Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/diemikrophotogra00mark

Die

# Mikrophotographie

als Hilfsmittel

naturwissenschaftlicher Forschung

von

Gottlieb Marktanner-Turneretscher,

Cand. prof. approb. — Wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am k. k. naturhistorischen Hof-Museum zu Wien.

Mit 195 Abbildungen im Text und 2 Tafeln.

CAMERA CLUB LIBRARY
Catalogued & Indexed 1930 by
Hal. D. Bernstein, Librarian

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1890.

# Vorwort.

Das vorliegende kleine Werkchen hat den Zweck denjenigen Gelehrten, welche die Mikrophotographie zu ihren Forschungen und Arbeiten als Hilfsmittel heranziehen wollen, einen Leitfaden an die Hand zu geben, um diesen Zweck mit möglichst geringer Mühe und wenig Zeitaufwand erreichen zu können. Da es der Verfasser demnach mit einem geschätzten Leserkreise zu thun hat, welcher mit der Behandlung des Mikroskopes und dessen optischen und mechanischen Nebenapparaten vollständig vertraut ist, so ist in diesem Werkchen die Beschreibung und Art der Anwendung aller dieser Instrumente weggelassen und nur dann darauf Rücksicht genommen, wenn die mikrophotographische Technik eine etwas modificirte Art der Anwendung bedingt.

Da mir bekannt ist, dass viele wissenschaftliche Forscher ungern von einmal gewohnten und gut befundenen Methoden (gewisse Tinctionen etc.) abweichen, so wurden nach Möglichkeit Mittel und Wege angegeben, um selbst bei solchen für die Mikrophotographie ungünstigeren Verfahren gute Resultate erzielen zu können.

Ferner wurde auch auf den Anschaffungspreis der Apparate Rücksicht genommen, nachdem derjenige, der nur Mikrophotographien minder schwieriger Objecte zu machen gedenkt, und derjenige, der seine Bilder nur als Grundlage für seine Handzeichnung verwenden will, mit einem kleineren und einfacheren, folglich auch billigeren Instrumentarium auslangen wird, als derjenige, welcher sich die Aufnahme der schwierigsten mikrophotographischen Objecte zum Ziele gesteckt hat. Den meisten der geschätzten Leser wird es vielleicht überflüssig erscheinen, dass ich ein Capitel über Bromsilbergelatine-Emulsionsbereitung und Plattenpräparation aufgenommen habe, nachdem ich selbst an mehreren Stellen von der Verwendung selbstgefertigter Platten zu mikrophotographischen Zwecken abrathe. Die Aufnahme dieses Capitels soll dadurch gerechtfertigt erscheinen, dass ich einerseits

hierbei diejenigen Mikrophotographen im Auge hatte, die etwa, wie unten näher besprochen, sehr grosse Mengen von Aufnahmen zu machen haben, in welchem Falle sich selbstgefertigte Platten allerdings um ein Wesentliches billiger stellen, andererseits glaubte ich, dass es viele Mikrophotographen interessiren dürfte, die Herstellungsweise von Trockenplatten kennen zu lernen.

Hinsichtlich der photographischen Technik wurde, wie dies wohl natürlich ist, Eder's Handbuch der Photographie als Grundlage gewählt, auf welches Werk hier auch zum Behufe der Orientirung in allen schwierigeren Fragen der Photographie hingewiesen sei.

Da der Mikrophotograph in den meisten Fällen nur kleinere Mengen von den in der photographischen Praxis nothwendigen Lösungen bedarf, so wurde bei Angabe der Recepte auf diesen Umstand Rücksicht genommen, insbesondere dann, wenn die Lösungen von begrenzter Haltbarkeit sind. Weiters wurde das Ansetzen von Vorrathslösungen ein und derselben Substanz in verschiedenen Concentrationsgraden nach Möglichkeit vermieden und darauf Bedacht genommen, dass ein und dieselbe Vorrathslösung zur Herstellung verschiedener Bäder Anwendung finden kann.

Zum Schlusse erübrigt mir nur, vor allem Herrn Director Dr. J. M. Eder dafür aufs Wärmste zu danken, dass er durch vielfaches freundliches Entgegenkommen und durch Ueberlassung einer sehr grossen Zahl von Clichés das vorliegende Werkchen förderte. Auch Herrn Hofrath Dr. S. Th. Stein, sowie Herrn Dr. R. Zeiss bin ich für gütige Erlaubniss der Benutzung von Clichés aus ihren Werken zu bestem Danke verpflichtet.

Möge das Werkchen nachsichtige Beurtheilung finden und die darauf verwendete Mühe dadurch lohnen, dass Viele in ihm einen Führer auf dem Gebiete der Mikrophotographie finden.

**Gottlieb Marktanner-Turneretscher.**

# Inhaltsverzeichniss.


Seite

**Kurze Uebersicht über die Geschichte der Mikrophotographie** . . . 1

**Anwendbarkeit und Vortheile der Mikrophotographie** . . . . . 2

**Der mikrophotographische Apparat und seine Anwendung** . . . . 3

I. Das Mikroskop und seine optische und mechanische Ausrüstung . . . . . 6
Das Stativ . . . . . 6
Die Objective . . . . . 17
Die Oculare . . . . . 29

II. Die mikrophotographische Camera und deren Zubehör . . 34
Einzelne Theile der Camera . . . . . 35
Beschreibung einiger Cameras . . . . . 35
Der Physiograph . . . . . 69

III. Optische und mechanische Nebenapparate . . . . 72
Apparate zur Concentration des Lichtes . . . . . 72
Der Amplifier . . . . . 76
Photographische Objective . . . . . 76
Die Blenden . . . . . 78
Die Cüvetten . . . . . 81
Prismen zur Herstellung monochromer Beleuchtung . . 83
Farbige Gläser als Lichtfilter . . . . . 85
Vorrichtung zur Beleuchtung opaker Objecte . . . . . 85
Centrirvorrichtungen für Condensoren . . . . . 89
Das Heliostat und sein Ersatz . . . . . 91
Einrichtungen, um bei umgelegtem Mikroskop bequem einstellen und beobachten zu können . . . . . 104
Apparate zur leichteren Orientirung opaker Objecte . . . . . 106
Hilfsapparate für Aufnahmen bei schwachen Vergrösserungen . . 107
Einrichtungen zur Aufstellung von Glasschalen mit Culturen von Spaltpilzen . . . . . 109
Der Momentverschluss . . . . . 110

IV. Die Beleuchtung und die dazu nöthigen Apparate . . . . 114
Die Lichtquellen . . . . . 114

V. Aufstellung des Apparates und des Beleuchtungs-Instrumentariums . . . . . 150

VI. Vorbereitungen zur Aufnahme . . . . . 159

Seite

VII. Zusammenstellung des Instrumentariums bei Benutzung verschiedener Lichtquellen . . . . . 173
Beleuchtung mit durchfallendem Lichte . . . . . 173
Beleuchtung mit auffallendem Lichte . . . . . 180
VIII. Das Einstellen . . . . . 181
IX. Specielle mikrophotographische Methoden . . . . . 183
Mikrophotographien mit stereoskepischem Effect . . . . . 183
Momentmikrophotographien . . . . . 188
Aufnahmen mit polarisirtem und mit spectroskopisch zerlegtem Lichte 197
Aufnahme der Anlauffarben von Eisenflächen . . . . . 200
X. Wünschenswerthe Eigenschaften der zu mikrophotographirenden Präparate . . . . . 202
XI. Art der Entstehung des Bildes bei ungefärbten und bei gefärbten Präparaten . . . . . 205
XII. Messung der Vergrösserung . . . . . 208
**Die photographische Praxis** . . . . . 212
I. Die Dunkelkammer . . . . . 212
II. Das Verfahren mit Bromsilbergelatine-Trockenplatten . . 216
Herstellung von Bromsilbergelatine-Emulsion . . . . . 217
Die Exposition . . . . . 236
Die Entwicklung . . . . . 239
Das Fixiren . . . . . 247
Das Waschen der fixirten Platten . . . . . 249
Das Vorstärken der Negative . . . . . 250
Das Verbessern von Negativen mit speciellen Fehlern . . . . . 252
Entwickeln und Fixiren orthochromatischer Platten . . . . . 253
Das Lackiren der Negative . . . . . 254
Aufbewahren und Etiquettiren der Negative . . . . . 255
III. Das nasse Collodion-Verfahren . . . . . 255
Die Bestandtheile des Collodions . . . . . 256
Die Reinigung und Vorpräparation der Glasplatten . . . . . 256
Das Collodioniren der Platten . . . . . 257
Das Sensibilisiren der Platten . . . . . 258
Die Exposition . . . . . 261
Das Entwickeln . . . . . 261
Das Verstärken vor dem Fixiren . . . . . 263
Das Fixiren . . . . . 265
Das Verstärken nach dem Fixiren . . . . . 265
Das Abschwächen . . . . . 265
Das Lackiren . . . . . 265
Orthochrematische Collodienplatten . . . . . 265
Das Retouchiren . . . . . 266
IV. Der Positiv-Process . . . . . 267
Das Copirverfahren mit Albuminpapior . . . . . 267
„ „ „ Chlorsilbergelatinepapier . . . . . 278

Seite

Das Copirverfahren mit Chlorsilbercollodionpapier . . . . . 280
„ „ „ Bromsilbergelatinepapier . . . . . 283
„ „ „ Platinpapier . . . . . 288
Copien von Negativen als Grundlage für Bleistift- oder Farbenzeichnungen . . . . . 294
Glasdiapositive für Projectionszwecke . . . . . 294
Herstellung von Diapositiven . . . . . 297

**Verzeichniss der in der photographischen Praxis häufiger vorkommenden Fehler und deren Abhilfe** . . . . . 306

I. Beim Bromsilbergelatine-Verfahren auftretende Fehler . . 306
II. Beim Collodion-Verfahren auftretende Fehler . . . . . 311
III. Beim Albumin-Verfahren auftretende Fehler . . . . . 312

**Gewinnung von metallischem Silber aus den Fixirbädern** . . . . . 313

**Der Projectionsapparat** . . . . . 315

**Einige Vervielfältigungsmethoden von Photographien für Illustrationszwecke** 323

**Literatur-Verzeichniss** . . . . . 327

# Verzeichniss

der im vorliegenden Werkchen meist nur unter Angabe der betreffenden Nummer citirten Literatur.


1. Benecke, B., Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. Braunschweig 1868.
2. Eder, J. M., Ausführliches Handbuch der Photographie. Halle a. S. 1884 bis 1890.
3. Jahrbuch für Photographie und Reproductionstechnik, herausgegeben von J. M. Eder. Halle a. S.
4. Jeserich, P., Die Mikrophotographie auf Bromsilbergelatine bei natürlichem und künstlichem Lichte unter ganz besonderer Berücksichtigung des Kalklichtes. Berlin 1888.
5. Malley, A. Cowley, Micro-Photography, including a description of the wet collodion and gelatino-bromide processes together with the best methods of mounting and preparing mikroskopic objects for mikrophotography. London 1883.
6. Neuhauss, R., Leitfaden der Mikrophotographie. Berlin 1887.
7. Stein, S. Th., Das Licht im Dienste der wissenschaftlichen Forschung, Halle a. S. 1885. Band I. Specieller Theil. Erstes Kapitel: Das Mikroskop und die mikrographische Technik in Beziehung zu photographischen Darstellungen.
8. Stenglein, M. und Schultz-Hencke, Anleitung zur Ausführung mikrophotographischer Arbeiten. Berlin 1887.
9. Sternberg, G. M., Photomicrographs and how to make them. Boston 1883.
10. Zeiss, C., Special-Catalog über Apparate für Mikrophotographie. Jena 1888.

# Kurze Uebersicht über die Geschichte der Mikrophotographie.[1]

Schon im Jahre 1802 machte Davy mikrophotographische Versuche, ohne aber im Stande zu sein, die erhaltenen Bilder zu fixiren. Mit mehr Erfolg soll Reede in England 1837 Mikrophotographien auf Chlorsilberpapier erhalten und dieses Verfahren im Jahre 1839 noch verbessert haben.

Im Jahre 1840, also nur ein Jahr nach Daguerre's wunderbarer Erfindung, wurde dieses neue Verfahren der Mikrophotographie dienstbar gemacht, und zwar durch A. Donné, der der Akademie der Wissenschaften in diesem Jahre mikrophotographische Aufnahmen von naturwissenschaftlichen speciell histologischen Objecten vorlegte.

Im Vereine mit Léon Foucault veröffentlichte Donné im Jahre 1845 den „Atlas du cours de microscopie, exécuté d'après nature au microscope daguerrotype", dessen Abbildungen mit Zugrundelegung mikrophotographischer Aufnahmen in Kupfer gestochen wurden. Als dann die Daguerrotypie durch das Collodiumverfahren verdrängt wurde, waren es Nachet, Bertsch und Moitessier[2] in Frankreich, Mayer, Rood von Troy[3] und J. Gerlach[4] in Deutschland, Hodgson, Shadbolt und Wenham in England u. A., welche sich viel mit Mikrophotographie beschäftigten. Im Jahre 1868 erschien nun Dr. B. Benecke's mustergiltige Publication „Die Photo-

1) Vergl. Clifford Merker, Am. Annual of Photogr. for 1887, pag. 159.

2) Moitessier, A., La photographie appliquée aux recherches micrographiques. Paris 1866. Baillière.

3) Rood von Troy, Ueber die practische Anwendung der Photographie auf das Mikroskop. Kreutzer, Zeitschr. f. Phot. und Ster. Bd. IV, S. 188.

4) Gerlach, J., Die Photographie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung Leipzig 1863.

graphie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung, Braunschweig 1868, welche auf 265 Seiten alles damals über Mikrophotographie Bekannte zusammenfasste.

In neuester Zeit haben sich neben vielen Anderen auf dem Gebiete der Mikrophotographie Verdienste erworben: In Deutschland: Abbé, Fritsch, Hauer, Hensen, Israel, Jeserich, R. Koch, Neuhauss, Stein, Stenglein und R. Zeiss; in England und Amerika: J. d. Cox, Crookshank, Davis, Evans, Hitchcock, Malley, Piersol, Sternberg, Walmsley, Ch. White und Woodward; in Frankreich und Belgien: Francotte, Van Heurck und Viallanes; in Italien: Capranica.

## Anwendbarkeit und Vortheile der Mikrophotographie.

Dass sich die Mikrophotographie im Laufe des letzten Jahrzehnts, wohl hauptsächlich durch die, zufolge der Erfindung der Bromsilbergelatine-Trockenplatten, ungemein vereinfachte Manipulation, ganz wesentlich Bahn gebrochen hat, wird Jedermann anerkennen müssen. Insbesondere war es auch die ausgezeichnete Anwendbarkeit der Mikrophotographie zur Abbildung von Mikroorganismen, welche ihr in den letzten Jahren eine grosse Zahl von Jüngern zugeführt hat. Nachdem sich zahlreiche Bacteriologen die mikrophotographische Technik zu eigen gemacht hatten, war es ganz natürlich, dass sie diese Fertigkeit gelegentlich auch auf andere Gebiete der Naturwissenschaft anwandten und hierbei gleichzeitig anderen Gelehrten den Beweis erbrachten, dass sich durch etwas Geduld und Ausdauer in verschiedenen Gebieten brauchbarere mikrophotographische Resultate erzielen lassen, als man bis dahin im Allgemeinen annahm.

Der Verfasser dierer kleinen Anleitung ist durchaus nicht der Meinung, dass sich die Mikrophotographie direct, in vielen Fällen zur Illustration von wissenschaftlichen Publicationen werde heranziehen lassen; zumal die Anzahl der durch Mikrophotographie in vollendeter Weise abbildbaren Formen und Erscheinungen eine ziemlich beschränkte ist.

Es weiss ja jeder Mikroskopiker zur Genüge, dass das Mikroskop nur eine ganz bestimmte Bildebene, auf die eben eingestellt ist, scharf

abbildet, alles unter oder über derselben gelegene erscheint je nach dem angewandten Objective mehr oder weniger unscharf. Während das Auge des Mikroskopikers nur die ihm scharf erscheinenden Partien fixirt und studirt, zeichnet aber natürlich die photographische Platte neben den scharfen, auch diese unschärferen Partien des Objectes, wodurch das photographische Bild an Schönheit und Deutlichkeit einbüsst. Wir sehen somit aus dem Gesagten, dass sich die Mikrophotographie, strenge genommen, nur für solche Objecte eignet, welche entweder äusserst dünn geschnitten werden können, ohne dass dadurch das Charakteristische des Präparates verloren geht, oder für solche, welche von Natur aus sehr dünn und flach sind. Nichtsdestoweniger ist auch an Mikrophotographien solcher Objecte, welche den eben angeführten Bedingungen nur unvollkommen entsprechen, meist eine solche Menge von Details zu erkennen, dass auch derartige Bilder nicht selten von nicht zu unterschätzendem Vortheil sind; wir müssen eben in diesem Falle das photographische Bild nicht direct vervielfältigen wollen, sondern müssen es als eine äussert genaue und hinsichtlich der Grössenverhältnisse aller Theile, vollständig richtige Grundlage für eine Handzeichnung betrachten. Es werden mit Hinblick darauf im Folgenden auch Methoden angegeben, um diesen Zweck, nämlich die Herstellung einer Handzeichnung auf photographischer Grundlage, auf möglichst gute und bequeme Weise erreichen zu können.

Solche in der angedeuteten Weise hergestellte Abbildungen bedeuten für den Forscher, gegenüber solchen, durch Handzeichnung allein angefertigten, abgesehen von ihrer grösseren Genauigkeit, eine Erleichterung und bei schwierigeren Objecten wohl auch Zeitersparniss; allein sie werden natürlich noch immer die subjective Anschauung des Betreffenden zum Ausdrucke bringen.

In der eben angegebenen Weise hergestellte Abbildungen sind wohl zu unterscheiden von retouchirten mikrophotographischen Aufnahmen, gegen welche sich Verfasser im Allgemeinen entschieden aussprechen muss; im ersteren Falle sieht nämlich jedermann, dass man es nur mit einer Handzeichnung zu thun hat, der natürlich alle angedeuteten Mängel einer solchen anhaften können; jedoch bei retouchirten Aufnahmen, welche durch Lichtdruck oder dergleichen vervielfältigt werden, ist niemand im Stande zu erkennen, was ursprüngliche Aufnahme ist und was erst später einretouchirt wurde.

Auch giebt es Fälle, in welchen es einzig und allein durch die Mikrophotographie möglich ist, sich absolut objective Abbildungen

mikroskopischer Objecte zu verschaffen; es weist besonders Jeserich[1]) darauf hin, dass vollständig unretouchirte Aufnahmen in der gerichtlichen Chemie von grösster Wichtigkeit sind, wenn es sich um leicht zersetzliche Substanzen (z. B. Blut, Samen etc.) handelt.

Ein weiterer Vortheil mikrophotographischer Abbildungen ist der, dass dieselben für Lehr- resp. Demonstrationszwecke ganz vorzügliche Dienste leisten, sei es, dass während des Vortrages eine grössere Anzahl mikrophotographischer Papierbilder in Curs gesetzt werden, wodurch das Auditorium sehr rasch das betreffende besprochene Object zu Gesichte bekommt, oder dass ein Glasdiapositiv einer mikrophotographischen Aufnahme mit Hilfe eines nach Art der Laterna magica construirten Projectionsapparates an die Wand projicirt wird. Im ersteren Falle können natürlich auf den Papierbildern zur leichteren Orientirung die bemerkenswerthen Stellen mit rother Tinte oder dergleichen markirt sein.

Sehr bequem ist eine Mikrophotographie auch in jenen Fällen zu gebrauchen, wo man die einzelnen Theile eines Bildes genau zu messen beabsichtigt; wenn wir die genaue Ziffer der Vergrösserung, bei der die Aufnahme gemacht wurde, kennen, ist das Messen der einzelnen Partien ungemein rasch und äusserst genau möglich.

Ferner ist die Herstellung von stereoskopischen Abbildungen mikroskopischer Objecte fast nur mit Hilfe der Mikrophotographie durchführbar.

Schliesslich möchte ich darauf hinweisen, dass neben diesen angeführten Richtungen, in welchen die Mikrophotographie schon allgemeine Anwendung gefunden hat, dieselbe auch namentlich bei systematisch-naturwissenschaftlichen Arbeiten sehr practische Verwendung finden kann. Das gegenseitige Vergleichen mancher mikroskopischer Objecte ist, falls man nicht über eine grössere Anzahl von Mikroskopen verfügt, welche die genau gleiche Vergrösserung gestatten, eine mindestens sehr zeitraubende Beschäftigung. Ungleich einfacher ist es, die mit ein und demselben Objective oder wenigstens bei genau bekannter Vergrösserung photographisch aufgenommenen Formen, sowohl untereinander als auch eventuell mit sonstigen diesbezüglichen Abbildungen zu vergleichen. In Museen würde auf diese Weise die Benutzbarkeit der Sammlungen derartiger mikroskopischer Organismen ungemein erleichtert werden, wenn alle vorhandenen Formen mikrophotographisch aufgenommen, die Copien

1) Jeserich, (4) S. 9.

dieser Aufnahmen auf Cartons aufgeklebt und eventuell nach Art eines Zettelcatalogs angeordnet würden. Gar manche neue Species würde bei mehrfacherer Anwendung der Photographie, und wohl auch speciell der Mikrophotographie, nicht zur Welt gekommen sein, wenn man im Stande wäre, die in den grösseren Museen enthaltenen Formen in guter photographischer Abbildung leihweise zu erhalten. Wie nützlich würde es für das Museum X sein, wenn es sämmtliche am Museum Z vertretenen Formen aus bestimmten Gruppen, wenigstens in photographischen Abbildungen besässe, Abbildungen, die in manchen Specialgebieten das natürliche Object fast vollständig ersetzen könnten.

Hier muss bemerkt werden, dass unter Umständen die photographische Aufnahme mehr Details zeigen kann, als das menschliche Auge zu sehen im Stande ist. Diese Erscheinung erklärt sich einestheils durch das Mitwirken der ultravioletten Strahlen bei der Aufnahme, Strahlen, welche bekanntlich für das Auge unsichtbar sind, während sie eine hohe chemische Actinität besitzen; andererseits dadurch, dass, wie Koch[1]) angiebt: „die lichtempfindliche Platte gewissermassen ein Auge ist, welches nicht durch helles Licht geblendet wird, welches nicht bei der anhaltenden Unterscheidung der geringsten Lichtunterschiede ermüdet und das nicht durch Trübungen oder andere Fehler behindert ist.“ — Derartige hohe Aufgaben der Mikrophotographie, wie eben dieses Sichtbarmachen des Unsichtbaren, bleiben aber nur solchen vorbehalten, welche die nöthige Fachkenntniss mit vollendeter mikrophotographischer Technik verbinden. Photographische Aufnahmen von Anfängern zeigen dagegen oft alle möglichen Erscheinungen, die man am Präparate vergebens suchen würde, es liegt jedoch dann die Schuld im Mangel der Kenntniss der mikrophotographischen Methoden, ein Umstand, der hier darum erwähnt werden soll, um zu zeigen, dass nur richtig und gut hergestellte Mikrophotographien Anspruch auf photographische Treue machen dürfen.

## Der mikrophotographische Apparat.

Jeder mikrophotographische Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei Haupttheilen, nämlich: erstens aus einem nach Art eines gewöhnlichen Mikroskop-Statives gebauten Gestelles, welches die Be-

1) Koch, Untersuch. über Bacterien. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen. II. Bd., S. 408.

CAMERA CLUB LIBRARY
Catalogued & Indexed 1930 by
Hal. D. Bernstein, Librarian

stimmung hat, sowohl Objectiv und Ocular, als auch das Object zu tragen und nebstdem zum Behufe des Einstellens die Möglichkeit bietet, das Objectiv dem Objecte in gewissen Grenzen nähern und von ihm entfernen zu können. Der zweite Bestandtheil ist eine photographische Camera, welche zum Behufe mikrophotographischer Aufnahmen mit dem ersten Theile in lichtdichte Verbindung gebracht wird. An Stelle eines eigenen Trägers für Systeme und Objecte wird zumeist ein gewöhnliches Mikroskop-Stativ mit Vortheil verwendet. Bei vollkommeneren mikrophotographischen Apparaten gesellt sich zu diesen beiden wesentlichen Bestandtheilen noch eine sogenannte optische Bank, das ist ein Schlitten, auf welchem die zur Beleuchtung nöthigen Hilfsapparate parallel zu sich selbst verschoben werden können. Unsere Aufgabe ist es nun in den folgenden Capiteln die genannten Haupttheile des mikrophotographischen Instrumentariums, sowie alle übrigen optischen und mechanischen Hilfsinstrumente kennen zu lernen.

## I. Das Mikroskop und seine optische und mechanische Ausrüstung.

### A. Das Stativ.

Da wir es, wie eben erwähnt, fast stets nur mit einem Mikroskop-Stative als Träger vom Präparat, Objectiv und Ocular zu thun haben und nur vereinzelte, insbesondere englische Firmen, einen anders geformten Träger dieser Bestandtheile verwenden, wollen wir hier nur das Mikroskop-Stativ in Betracht ziehen, und alle diejenigen Eigenschaften eines solchen kennen lernen, welche sich für unsere Zwecke als besonders vortheilhaft herausgestellt haben. Wir werden hierzu am besten thun, uns ein speciell für mikrophotographische Zwecke gebautes Stativ vor Augen zu führen und an demselben die mit Rücksicht auf diese specielle Verwendung angebrachten Einrichtungen zu betrachten. Ich wähle zu diesem Zwecke das mikrophotographische Stativ von C. Zeiss[1]) (s. Fig. 1), da dieses bis heute das weitaus vollkommenste ist; natürlich lässt sich dasselbe ebenso wie ein gewöhnliches Mikroskop-Stativ auch für Beobachtungen mit dem Auge verwenden und leistet in dieser Art dieselben Dienste, wie das Stativ Ia derselben Firma.

Dieses Stativ zeichnet sich schon bei oberflächlicher Betrachtung durch seine besondere Stabilität und einen gegenüber den gewöhn-

1) C. Zeiss, Preiscourant No. 28, Jena 1889. S. 32.

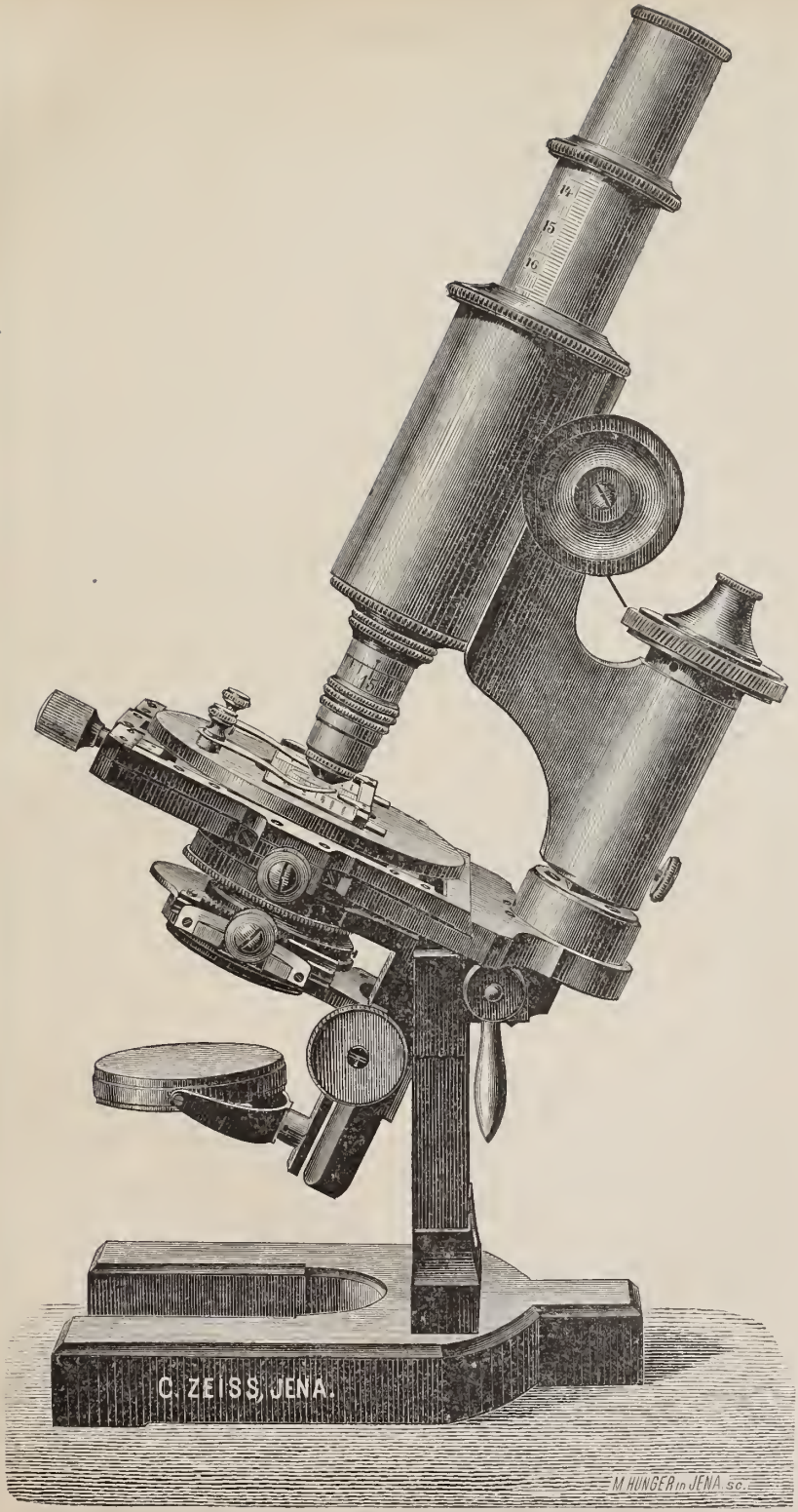



Fig. 1. Stativ für Mikrophotographie von Carl Zeiss

lichen Stativen viel weiteren, äusseren Tubus[1]) aus. Der innere Tubus hat die normale Weite und ist wie bei allen neueren Stativen mit einer Millimeter-Theilung versehen, an welcher die Tubuslänge ablesbar ist, was für viele Fälle, insbesondere auch bei Verwendung der Apochromate, respective Projectionsoculare, von Vortheil ist, da diese zu ihrer besten Leistung eine Tubuslänge von 160 mm verlangen. Der innere Tubus kann sammt seiner Führungshülse leicht vom äusseren Tubus abgeschraubt werden, so dass letzterer dann allein am Stative bleibt, eine Anordnung die für Aufnahmen ohne Ocular, also mit dem Objectiv allein, sehr günstig ist, da zufolge des weiteren Tubus das Bild auch bei kürzerem Balg-Auszug der Camera eine ansehnlichere Grösse besitzt, als diejenige, welche bei Verwendung eines äusseren Tubus von gewöhnlicher Weite zu erreichen wäre.

Einen ähnlichen, wenn auch wegen der geringeren Weite des äusseren Tubus, minder vollkommenen Effekt, kann man an allen Mikroskopen mit ausziehbarem Tubus durch Herausschrauben der Führungshülse des inneren Tubus erzielen.

Bei solchen Mikroskopen, bei denen die grobe Einstellung durch Verschieben des Tubus geschieht, würde ich empfehlen, unbekümmert ob ein Tubus-Auszug vorhanden ist oder nicht, zum Zwecke der „Aufnahmen ohne Ocular" aus einer kurzen (ca. 8 cm langen) gewöhnlichen Messingröhre, welche denselben Durchmesser wie der gewöhnliche Tubus besitzt, einen zweiten Tubus herstellen zu lassen, indem man an dem einen Ende dieser Röhre ein Gewinde für die Objective anbringen lässt. Natürlich muss das Innere dieser Röhre auch sorgfältig geschwärzt werden. Diese sehr billige Einrichtung sei in dem erwähnten Falle auch für Mikroskope mit ausziehbaren Tuben empfohlen, weil hierdurch das Gewinde für die Hülse des inneren Tubus geschont wird.

Aber noch einen zweiten, nicht zu unterschätzenden Vortheil hat der weite äussere Tubus des Zeiss'schen Stativs. Bei Verwendung von sehr schwachen Objectiven, die also eine sehr grosse Brennweite besitzen, lässt sich der äussere Tubus behufs Einstellung nicht mehr weit genug zurückbewegen; man kann nun hier in diesem Falle das betreffende Objectiv am unteren Ende des inneren Tubus anschrauben, der dort zu diesem Zwecke das entsprechende Gewinde besitzt und dann den Tubus soweit als nöthig ausziehen, wodurch sich das Ob-

1) Als äusseren Tubus bezeichne ich bei ausziehbaren Tuben denjenigen, in welchem sich der das Ocular aufnehmende innere Tubus verschiebt.

jectiv weit vom Objecttisch entfernen lässt. Bei einem äusseren Tubus von gewöhnlicher Weite kann diese sehr practische Einrichtung nicht angebracht werden, da in seinem Inneren kein genügender Raum für das Objectiv vorhanden ist.

Weiters besitzt unser Stativ einen beweglichen Objecttisch (siehe Fig. 2), weil das Einstellen eines bestimmten Punktes eines Prä-

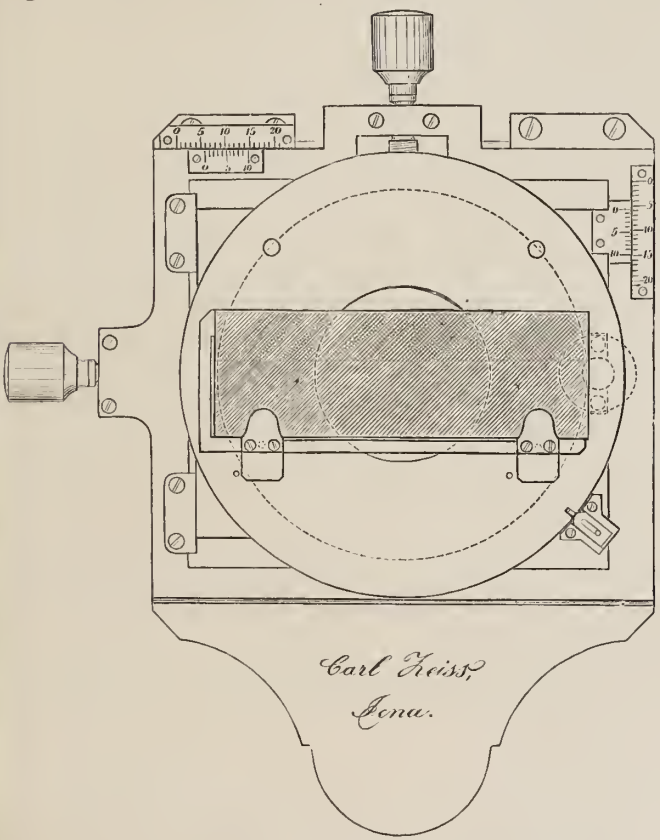



Fig. 2. Beweglicher Objecttisch des Stativs für Mikrophotographie.

parates in die Mitte des abzubildenden Gesichtsfeldes, besonders bei stärkeren Vergrösserungen, mit Hilfe der freien Hand eine ans Unglaubliche grenzende Geduld erfordert. Dasselbe mikrophotographische Stativ trägt weiter auf diesem supportartig construirten, beweglichen Objecttisch, der obendrein mit Nonientheilung versehen ist, zu oberst noch eine um die optische Achse des Mikroskopes drehbare Platte, welche als eigentlicher Träger des Präparates functionirt, und zu diesem Behufe auch mit zwei Klammern versehen ist.

Diese kreisförmige Platte wird mit Hilfe eines sehr kleinen Zahnrades, dessen Achse einen Kopf als Handhabe trägt, gedreht und ersetzt so einen drehbaren Objecttisch.

Auf der drehbaren Objecttischplatte kann eine kleine rechtwinklige Leiste (s. Fig. 2) als Anschlagleiste für die Objectträger aufgesteckt, oder im Falle sie nicht benöthigt wird, entfernt werden. Durch Benutzung dieser Anschlagleiste ist man im Stande, jederzeit eine bestimmte Stelle eines Präparates wiederfinden zu können. Man stellt zu diesem Behufe vorerst den drehbaren Tisch derart, dass die an seiner Peripherie befindliche Marke mit der kleinen Schnappfeder übereinstimmt, arretirt die Drehbarkeit des Objecttisches durch Einschieben des kleinen Keiles in die Marke. Dann legt man den Objectträger an die Anschlagleiste fest an, fixirt ihn mit den Objectklemmen und sucht nun die passende Stelle im Objecte durch entsprechendes Drehen der beiden rechtwinklig wirkenden Schrauben. Hat man die günstigste Stelle gefunden, so notirt man an den Nonien die Stellung des Tisches [1]) und ist dann jederzeit, wenn man sich noch die Ecke des Objectträgers bezeichnet, welcher in der Ecke der Anschlagleisten gelegen hat, mit Leichtigkeit im Stande, dieselbe Stelle des Präparats wiederzufinden. Diese Form des beweglichen Objecttisches verdient darum vor allen ähnlichen Einrichtungen den Vorzug, weil alle Theile in keinem Falle irgend einer in Frage kommenden Manipulation hinderlich sind, sodass dieselben also jederzeit (auch bei Aufnahmen von Reinculturplatten oder dergl.) am Mikroskope verbleiben können. Nebenbei mag hier bemerkt werden, dass die eben beschriebenen Nonien auch zu Messungen Verwendung finden können, wenn die Genauigkeit derselben nicht grösser als 0,1 mm beansprucht wird.

Für gewöhnlich, wenn sowohl die seitliche Verschiebung des Präparates als auch seine Drehung benöthigt wird, muss bei vorzunehmender Drehung unter gleichzeitigem Beobachten mit dem Auge das Präparat mit Hilfe der die Schlitten bewegenden Schrauben im Gesichtsfelde erhalten werden, da es nur dann nicht aus demselben verschwindet, wenn der Mittelpunkt der drehbaren Scheibe in der

1) Man notire erst die kleinere von den Zahlen, zwischen denen der Nullpunkt des kleineren (sich verschiebenden) Maassstabes steht, z. B. 5, wenn der Nullpunkt zwischen 5 und 6 steht, dann fügt man die Zahl desjenigen Theilstriches des kleineren Maassstabes hinzu, welcher mit irgend einem Theilstrich des grösseren (fixen) Maassstabes genau übereinstimmt, z. B. 8, somit schreibt man 5,8. Vergl. die Nonien auf Fig. 2.

optischen Achse des Instrumentes liegt. Um diesen Zustand herzustellen, stellt man ein beliebiges Präparat bei schwacher Vergrösserung ein und dreht dann den Objecttisch; fixirt man hierbei einen bestimmten Punkt des Präparates mit dem Auge, so wird man leicht sehen, in welcher Richtung und in welcher beiläufigen Distanz der Mittelpunkt jenes Kreises liegt, welchen der betreffende Punkt des Präparates beim Drehen des Objecttisches beschreibt. Dieser Mittelpunkt ist der gesuchte Drehungsmittelpunkt des drehbaren Objecttisches, welchen wir nun durch passendes Verstellen der beiden die Objecttischschlitten bewegenden Schrauben in die Mitte des Gesichtsfeldes bringen müssen. Ist uns dies gelungen, so muss ein in der Mitte des Gesichtsfeldes liegender Punkt des Präparates bei der Drehung des Objecttisches genau auf derselben Stelle bleiben. Wir notiren dann genau die Nonien-Ablesung und sind jederzeit im Stande, diesen Zustand des Zusammenfallens der optischen Achse des Mikroskopes mit der Drehungsachse des Objecttisches wieder herzustellen. Für Fälle, wo es sich hauptsächlich um Drehung des Objectes handelt, was meistens nur bei schwachen Vergrösserungen der Fall sein wird, empfiehlt es sich daher, von vornherein den Objecttisch in der eben angegebenen Weise zu centriren und die beste Stelle des Präparates durch Verschieben desselben mit der Hand aufzusuchen; man kann dann die Richtung des Präparates durch Drehen beliebig ändern, ohne dass die eingestellte Stelle aus dem Gesichtsfelde entschwindet.

Von grösster Bedeutung für unsere Zwecke ist eine äusserst feine Mikrometerbewegung, auch in dieser Richtung ist das Zeiss'sche Stativ vorzüglich ausgestattet, s. Fig. 3; die Höhe eines Schraubenganges der Mikrometerschraube beträgt hier ca. 0,3 mm. Die Construction derselben ist nach Czapski[1]) folgende: „Das dreiseitige massive Prisma *C* ist mit dem Objecttische fest verschraubt. An ihm hat das entsprechend ausgebohrte Hohlprisma *B* Führung, welches seinerseits mit dem Tubusträger *A* in solidem Zusammenhange steht. Die Vollkommenheit der Führung wird durch die Messinglamelle *D* gesichert, welche mittels des in der Zeichnung angedeuteten Stiftes an dem Hohlprisma *B* befestigt ist und so die dritte, federnde Innenseite des Prismas bildet. Das massive Prisma *C* ist an seinem oberen Ende auf eine Länge von etwa 15 mm stark abgekantet, das Hohlprisma *B* an der entsprechenden Stelle cylindrisch ausgehöhlt, so

1) Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. III, p. 207.

dass in dem so gebildeten Zwischenraume für eine Spiralfeder Platz gewonnen wird. Diese Feder stützt sich unten gegen die durch die Aushöhlung entstandenen ebenen Segmente in *B*; von oben wird sie durch den vorstehenden Rand eines in *C* eingeschraubten Tischchens *E* zusammengehalten. Das Hohlprisma selbst ist oben durch das Messingstück *F* geschlossen, in welchem sich die Mikrometermutter befindet. An der Mikrometerschraube ist oben ihr glockenförmiger Kopf befestigt; am unteren Ende ist sie durch eine kleine Gegenmutter davor geschützt, einmal aus Versehen ganz herausgedreht zu werden. Dieses untere Ende der Schraubenspindel ist halbkugelig abgerundet und stützt sich gegen die eben abgeschliffene Oberfläche eines in *E* fest eingelassenen glasharten Stahlcylinders. Der Spielraum für die Bewegung der Schraube beträgt nun reichlich 5 mm, da dies für alle practischen Zwecke genügend ist. Die Schraube ist daher trotz der relativ langen Mutter — welche Sicherheit der Bewegung und geringe Abnutzung garantirt — im Ganzen ziemlich kurz und entsprechend fest.

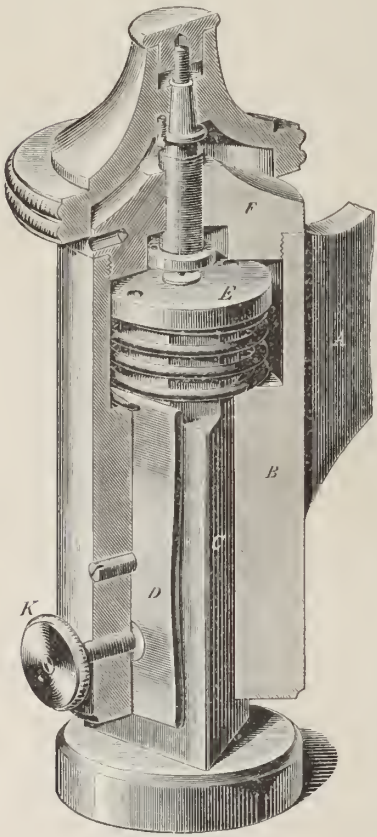


Fig. 3.

Die an der Rückwand von *B* angebrachte Klemmschraube *K* dient dazu, das Hohlprisma in beliebiger Lage festzustellen — beim Transport etc. — und auf diese Weise den Schraubenmechanismus gegen alle gewaltsamen Einwirkungen zu schützen.

Wie der Apparat functionirt, ist wohl aus der Figur ersichtlich. Die Mikrometerschraube bleibt bei ihrer Drehung an derselben Stelle gegen das feste Prisma *C* gestützt. Die Mikrometermutter hingegen gleitet über die Schraube hin und hebt und senkt den mit ihr fest verbundenen Tubusträger *BA*. Das Eigengewicht von *AB* wirkt der Hebung entgegen und vertritt die Stelle der sonst meist an-

gewandten starken Spiralfeder. Die schwache, hier vorgesehene Spiralfeder wirkt, wie man sieht, im gleichen Sinne wie das Eigengewicht von $AB$ und dient dazu, letzteres zu ersetzen, wenn der Obertheil des Mikroskopes horizontal gestellt ist. Damit einer rechtsseitigen Drehung des Schraubenkopfes wie üblich eine Senkung des Tubus entspreche, ist das Gewinde der Mikrometerschraube ein linkes."

Bei Stativen, welche keine genügend feine Mikrometerschraube besitzen, empfiehlt es sich am meisten, um sie für unsere Zwecke brauchbar zu machen, die Schraube durch eine neue von entsprechend niedriger Ganghöhe ersetzen zu lassen.

Eine Methode, welche von Professor Stricker verwendet wird, um eine sehr feine Einstellung möglich zu machen, sei hier erwähnt.

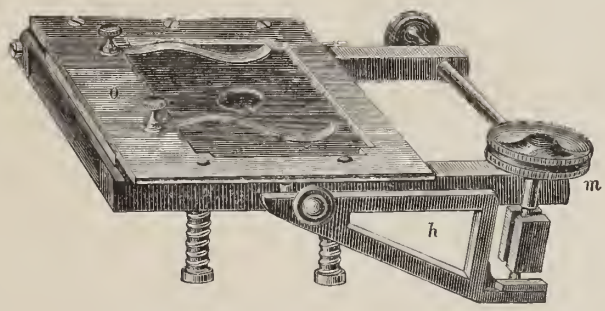



Fig. 4.

Diese Einrichtung, s. Fig. 4, welche in ihrem Principe schon seit vielen Jahren, besonders bei kleinen Stativen als Einstellungsvorrichtung angewandt wurde, besteht aus einem über dem gewöhnlichen fixen Objecttisch angebrachten, zweiten Objecttische $o$, der mittels einer seitlich befestigten Mikrometerschraube $m$ einseitig gehoben und gesenkt werden kann.

Dadurch aber, dass Stricker die Mikrometerschraube nicht direct, sondern erst durch Vermittelung eines ungleicharmigen Hebels $h$ (Verhältniss der Arme etwa 1 : 10) auf den Objecttisch einwirken lässt, erhält er eine äusserst feine Einstellung, so dass bei einer vollen Umdrehung der Mikrometerschraube, bei einer Höhe des Gewindes von 0,5 mm, der Tisch zufolge des Hebels auf der einen Seite 0,05 mm gehoben oder gesenkt wird, da das Präparat aber in der Mitte zwischen dem Angriffspunkte des Hebels und der Drehungsachse des Objecttisches liegt, wird dieses nur um die Hälfte, d. h.

0,025 mm gehoben beziehungsweise gesenkt. Weil zufolge der Einrichtung dieses Mechanismus nur eine ganz geringe Beweglichkeit des Objecttisches über und unter die normale Lage möglich ist, bleibt das Präparat stets in einer auf die optische Achse des Instrumentes nahezu senkrechten Ebene; ich konnte mich auch durch den Augenschein überzeugen, dass diese geringe Schiefstellung absolut keinen nachtheiligen Einfluss auf die Schärfe des Bildes ausübt. Ein Nachtheil dieser Einrichtung zum feinen Einstellen ist aber der, dass bei den meisten Stativen, wegen zu enger Blendenöffnung des Objecttisches der Abbé'sche Beleuchtungsapparat nicht gut anwendbar ist, da man ihn in der Coulisse nicht hoch genug hinaufschieben kann. Man wird deshalb, wie erwähnt, in den meisten Fällen besser thun, die Mikrometerschraube durch eine solche von genügender Feinheit ersetzen zu lassen, als sich des eben beschriebenen Tisches zu bedienen.

Bemerkt mag hier in Kürze werden, dass die Firma C. Zeiss für ältere Stative auf Wunsch eine äusserst feine Einstellungsvorrichtung liefert, welche ohne jeden todten Gang functionirt und das Objectiv allein bewegt; diese Einrichtung wird am Objectivende des Tubus angeschraubt und kann bei Verwendung schwächerer Systeme, wo sie selbstverständlich überflüssig ist, leicht ausgeschaltet werden. Die bekannte Firma W. und H. Seibert in Wetzlar fertigt bei allen ihren grossen Stativen drei Einstellungen an, für grobe, für mittlere (feine) und eine höchst langsame für die feinste Einstellung.

Allerdings lässt sich in Ermangelung einer sehr feinen Einstellvorrichtung auch durch Nähern und Entfernen der Visirscheibe gegenüber dem Mikroskope eine letzte feinste Einstellung bewerkstelligen; aber hierdurch wird natürlich, abgesehen von anderen Unannehmlichkeiten, auch die gewünschte Stärke der Vergrösserung beeinflusst.

Kehren wir nun zu unserem mikrophotographischen Stative zurück, so bliebe noch zu erwähnen, dass, wie schon früher kurz bemerkt, der innere Tubus, an seinem unteren Ende, das gewöhnliche Objectivgewinde trägt, in welches eventuell die photographische Correctionslinse (s. u.) oder ein Objectivsystem eingeschraubt werden kann. Der Abbé'sche Beleuchtungsapparat ist durch Zahn und Trieb beweglich angebracht und kann deshalb sehr leicht dem Object genähert oder von ihm entfernt werden. Es ist dies eine Einrichtung, die für unsere Zwecke sehr bequem ist, da wir, wie wir später sehen werden, das durch den Condensor (Abbé) entworfene Luftbild der Lichtquelle in die Objectebene verlegen müssen, was, je nachdem

diese Lichtquelle näher oder weiter entfernt ist, eine verschiedene Stellung des Condensors nöthig macht. Das Condensorsystem kann aus der äusseren Fassung des Abbé'schen Beleuchtungsapparates leicht herausgenommen und durch ein anderes Condensorsystem oder durch die beigegebene gewöhnliche Cylinderblendung ersetzt werden.

In der übrigen Ausrüstung fällt unser Stativ mit der der gewöhnlichen grossen Stative zusammen, es mag höchstens noch bemerkt werden, dass Umlegbarkeit des Stativ es für mikrophotographische Arbeiten schon deshalb sehr wichtig ist, weil die meisten grösseren mikrophotographischen Camera's (s. u.) horizontal gebaut sind. Durch passende Unterlagen aus Holz oder Metall lässt sich allerdings auch ein mit dieser Einrichtung nicht versehenes Stativ den horizontalen Apparaten anpassen, doch ist dies immerhin einigermassen umständlich, besonders dann, wenn das Instrument neben seiner Verwendung für photographische Zwecke noch andere Dienste zu thun hat.

Bei Zeiss' mikrophotographischem Stativ muss zum Behufe des Umlegens erst der auf der Fig. 1 ersichtliche Hebel in der Richtung gegen vorn gedreht werden, wodurch das Umlegen viel leichter möglich ist; niemals darf das Umlegen durch starkes Drücken auf den tubustragenden Theil des Mikroskopes geschehen, sondern dadurch, dass man den Tisch mit beiden Händen seitlich fasst und nach rückwärts legt. Nach erfolgter Umlegung kann durch Zurückdrehen des Hebels die Klemmschraube wieder festgezogen werden.

Hinsichtlich der Verwendung eines Objectivrevolvers muss bemerkt werden, dass er auch für unsere Zwecke eine recht angenehme Beigabe ist, jedoch nur dann eine wirkliche Zeitersparniss bedeutet, wenn alle Objective aufs Genaueste centrirt sind. Da sich diese Bedingung bei den gewöhnlichen drehbaren Revolvern schwer erreichen lässt, construirte Zeiss einen Objectivwechsler mit Schlittenführung und Vorrichtung zum Centriren der Objective (s. Fig. 5 und 6). Gleichzeitig gewährt dieser Apparat auch den Vortheil, dass er den Gebrauch von beliebig vielen Objectiven gestattet; jedes einzelne kann vom Besitzer des Apparates selbst aufs Genaueste centrirt werden. Die Bestandtheile dieses Objectivwechslers sind nach Czapski[1]) folgende:

a) Tubusschlittenstück. Dasselbe wird in der bei den gewöhnlichen Revolvern gebräuchlichen Weise an den Tubus angeschraubt

1) Czapski, Mitth. aus d. Werkst. von Zeiss. Z. f. wiss. Mikroskopie, Bd. IV, p. 294.

und mit der Schlittenführung nach vorn an demselben festgezogen. Die Ebene der Schlittenführung ist nicht senkrecht zur optischen Achse, sondern zu derselben schwach geneigt angebracht.

b) Objectivschlittenstück. Die Ebene der Schlittenführung hat gegen die optische Achse die gleiche Neigung wie die des Tubusschlittenstückes, so dass das Objectiv sich beim Ein- und Ausrücken hebt und den Lackring der Präparate nicht beschädigt. Eine an diesem Stück angebrachte und mittels Uhrschlüssel regulirbare Anschlagschraube fixirt es in einer bestimmten Stellung, welche es nach jedem Ausrücken stets wieder einnehmen muss, und bildet zugleich

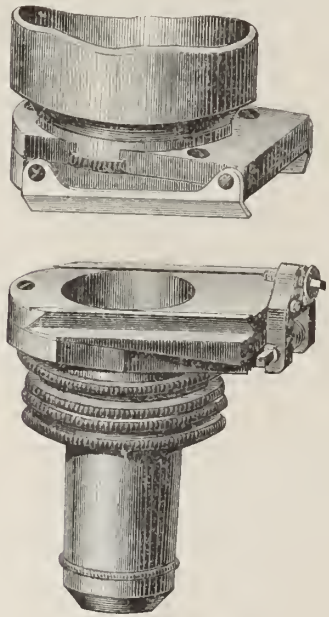


Fig. 5.

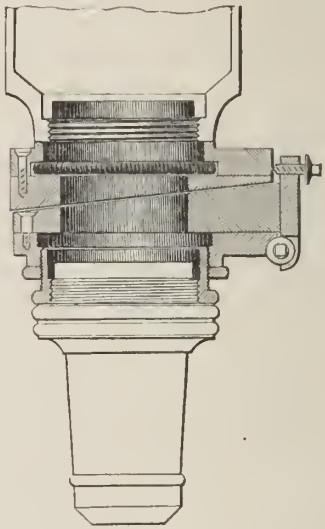


Fig. 6.

die Centrirvorrichtung in der Richtung der Schlittenführung, während eine, gleichfalls mittels Uhrschlüssel regulirbare Schraube ohne Ende die Centrirung des Objectives rechtwinklig zur Schlittenführung vermittelt. Objective, deren Trichterstücke für die Focalabstände annähernd ausgeglichen sind, wie die Zeiss'schen Apochromate 16,0 und 4,0, sowie die Achromate *A, B, C, D, E* und *F* können mittels der am Objectivschlittenstück angebrachten Vorrichtung genau focussirt und in der dann angenommenen Stellung durch die Klemmschraube ein- für allemal befestigt werden. Die Objectivschlittenstücke passen sehr genau in die Schlittenführung des Tubusschlittenstückes, werden

in beliebiger Anzahl zu jedem Tubusschlittenstück abgegeben und können jederzeit auch nachbezogen werden.

Beim Wechseln der Objective bleibt nach guter Ausjustirung der Objectschlittenstücke stets derselbe Punkt des Präparates in der Mitte des Gesichtsfeldes und zugleich annähernd scharf focussirt, so dass zur vollkommen scharfen Einstellung gewöhnlich nur eine geringe Nachhilfe mit der Mikrometerschraube nöthig ist. —

## B. Die Objective.

### I. Gewöhnliche achromatische Objective, die Focusdifferenz derselben und ihre Abhilfe.

Da bei der Herstellung solcher Objective, welche vor allem für die gewöhnlichen mikroskopischen Beobachtungen bestimmt sind, besonders darauf Bedacht genommen wird, die hellsten aber chemisch minder wirksamen Strahlen des Spectrums zu einem schönen scharfen Bilde zu vereinigen, darf es uns nicht wundern, wenn die für das Auge kaum, oder gar nicht sichtbaren violetten und ultravioletten Strahlen, bekanntlich die chemisch wirksamsten, nicht in derselben Ebene zum Bilde zusammentreten, wie die erst erwähnten Strahlen, sondern in einer benachbarten parallelen Ebene. Man bezeichnet diese Erscheinung vom photographischen Standpunkte aus mit dem Namen Focusdifferenz und beobachtet dieselbe bei schwächeren mikroskopischen Objectiven meist in höherem Masse als bei starken Systemen. Ich möchte hier aufmerksam machen, dass die Focusdifferenz keine Eigenschaft ist, welche sich besonders bei Fabrikaten bestimmter Firmen bemerkbar macht, oft zeigen einzelne Fabrikate unserer bedeutendsten Firmen grössere Focusdifferenz als minderwerthige Objective anderer Firmen und umgekehrt.

Auf einer gewöhnlichen photographischen Platte wird zufolge der hohen chemischen Aktinität der für das Auge kaum sichtbaren violetten Strahlen, das von denselben erzeugte Bild zuerst einen Lichteindruck hervorrufen, dieses Bild kann aber bei Anwendung von mit Focusdifferenz behafteten Objectiven aus dem eben mitgetheilten Grunde — weil wir auf das von den hellsten Strahlen gebildete Bild eingestellt haben — nur ein unscharfes sein. Man muss daher bei Verwendung solcher Objective Mittel anwenden, die diesen Fehler der Objective korrigiren oder unmöglich machen; die diesbezüglichen Methoden werden wir kennen lernen, sobald wir diejenigen Verfahren besprochen haben, mittels welcher wir überhaupt das Vorhandensein, oder Fehlen von Focusdifferenz an einem Objective entdecken können.

## Prüfung von Objectiven auf das Vorhandensein von Focusdifferenz.

Methode I.[1]) Man bedient sich am besten eines sog. Objectivmikrometers[2]) (1 mm in 100 Theile getheilt), den man durch einseitiges Unterlegen von Cartonstreifchen oder dergl. derart schief auf den Objecttisch auflegt, dass, während sich das getheilte Millimeter im Gesichtsfeld des zu prüfenden Objectives befindet, die einzelnen Theilstriche des Mikrometers wohl parallel zur Oberfläche des Objecttisches verlaufen, aber von derselben verschiedene Abstände haben. Zur Prüfung schwacher Systeme wird das Mikrometer mehr, zur Prüfung stärkerer Systeme weniger geneigt gegen die Ebene des Objecttisches zu legen sein; für erstere vielleicht in einem Winkel von 30—15 Grad, für letztere in einem von etwa 15—2 Grad. Verbindet man nun das Mikroskop mit der photographischen Camera und stellt dann auf einen der mittleren Theilstriche, z. B. 50, auf der Visirscheibe des mikrophotographischen Apparates scharf ein, und macht bei weissem Lichte (Tageslicht) und bei Benutzung einer gewöhnlichen (nicht orthochromatischen) Trockenplatte eine mikrophotographische Aufnahme des Mikrometers, so muss, wenn das Objectiv frei von Focusdifferenz ist, derselbe Theilstrich (50), auf den man scharf eingestellt hatte, auch am fertigen Negativ am schärfsten erscheinen. Ist dies jedoch nicht der Fall, so hat das betreffende Objectiv Focusdifferenz und zwar um so mehr, je weiter der am Negativ am schärfsten erscheinende Theilstrich von demjenigen entfernt ist, auf welchen wir am schärfsten eingestellt hatten.

Diese Methode der Bestimmung des Vorhandenseins von Focusdifferenz giebt uns auch gleichzeitig ein bei schwächeren Systemen zuweilen angewandtes Mittel zu ihrer Beseitigung an die Hand.

Wäre nämlich im obigen Falle auf dem Negativ anstatt Theilstrich 50 z. B. Theilstrich 40 am schärfsten gezeichnet erschienen, so wüssten wir daraus, dass wir auf Theilstrich 50 scharf einstellen

---

1) H. W. Vogel, Photogr. Archiv. 1863.

2) Zur Prüfung sehr schwach vergrössernder Objective eignet sich besser ein Ocularmikrometer (10 mm in 100 Theile getheilt) Auch eine mikroskopische Photographie eines Schriftsatzes kann, falls man zufällig im Besitze einer solchen ist, für unseren Zweck recht gut verwendet werden; man stellt auf eine der mittleren Zeilen scharf ein und beobachtet, welche Zeile in der photographischen Aufnahme am schärfsten erscheint.

müssen, um auf der Photographie Theilstrich 40 scharf zu erhalten, und weiter, dass wir auf Theilstrich 60 hätten einstellen müssen, um 50 zu erhalten etc. Lesen wir nun am Kopfe der Mikrometerschraube die Grade oder Theilstriche ab (wenn der Kopf nicht getheilt ist, kann man an ihm eine Carton- oder Metallscheibe mit Eintheilung anbringen), um welche die Mikrometerschraube gedreht werden muss, um die höchste Schärfe der Einstellung von Theilstrich 50 auf 60 zu übertragen, so wissen wir, dass wir die Mikrometerschraube bei der betreffenden Auszuglänge des Camera-Balges und bei demselben Objective um den so gefundenen Winkel in demselben Sinne (rechts oder links) zu drehen haben, um ein auf der Visirscheibe scharf eingestelltes Object in der Photographie scharf zu erhalten.

Methode II. Hat man ein für das Auflösungsvermögen des betreffenden, zu untersuchenden Objectives passendes, aber möglichst zartes Object bei weissem Lichte (s. oben) auf der Visirscheibe scharf eingestellt und man fügt hierauf in den Gang der Lichtstrahlen ein nur monochromes Licht durchlassendes Medium, z. B. eine Cüvette mit Kupferoxydammoniaklösung (s. Seite 22) oder Zettnow'scher Lösung (s. S. 21) ein, so wird man, wenn das betreffende Objectiv Focusdifferenz besitzt, beobachten, dass das vorher scharf eingestellte Object nicht mehr seine grösstmöglichste Schärfe besitzt.

Auch hier kann man ähnlich wie bei den früheren Methoden den Winkel ablesen, um welchen man die Mikrometerschraube zu drehen hat, um das durch die Einschiebung des monochromen Mediums unscharf gewordene Bild wieder scharf zu machen. Man muss somit um die derart nachgewiesene Focusdifferenz unschädlich zu machen, entweder im Weiteren in ganz ähnlicher Weise vorgehen, als dies bei Methode I angeführt wurde, oder man muss von vorne herein die Einstellung schon unter Benutzung des monochromen Mediums vornehmen. Diese letztere ebenso einfache als vorzügliche Methode ist leider bei starken Systemen in der Praxis nicht immer gut durchzuführen, da man, um das Einstellen bei dem durch das Lichtfilter hindurchgegangenen, somit für unser Auge stark gedämpften Lichte vornehmen zu können, eine sehr kräftige Lichtquelle zur Disposition haben muss.

Ich würde desungeachtet jedermann rathen, wenn irgend möglich, falls er nicht ohnedies im Besitze einer genügend kräftigen künstlichen Lichtquelle ist, den nächsten sonnenhellen Tag abzuwarten und die Aufnahme bei Sonnenlicht, unter gleichzeitiger Verwendung eines

passenden Lichtfilters zu machen. An dieser Stelle sei in Kürze noch eine andere Methode angegeben, mittels der von vielen Mikrophotographen ebenfalls gute Resultate erzielt wurden.

Man benöthigt hierbei zum Einstellen eine Lupe, welche derart montirt sein muss, dass man leicht im Stande ist, sie genau in einer bestimmten Entfernung von der Einstellebene zu fixiren; es kann zu diesem Behufe jede aplanatische Lupe (z. B. die nach Steinheil's Construction) verwendet werden. Man befestigt zu diesem Behufe eine solche Lupe am besten in einer Messingröhre, welche in einer zweiten mit harter Reibung verschiebbar ist, und stellt die Lupe vor allem derart ein, dass, wenn man sie auf die Rückseite der Visirscheibe des mikrophotographischen Apparates aufsetzt, beim Hindurchsehen die Mattirung oder das Diamantstrichkreuz (s. u.) vollkommen scharf erscheint. Man stellt nun bei entsprechender Beleuchtung (Sonnenlicht oder dergl.) ein passendes Object (s. oben) unter Einschaltung eines monochromen Mediums und unter Benutzung der unmattirten Spiegeltafel derart unter Mithilfe der in obiger Weise focussirten Lupe ein, dass das Diamantstrichkreuz oder die feinen Linien auf der Spiegeltafel mittels der auf die Visirscheibe aufgesetzten Lupe beobachtet, gleichzeitig mit dem Bilde des Objectes scharf erscheinen. Hat man dies durch Einstellen mit der Mikrometerschraube erreicht, so entfernt man das monochrome Medium [1]) und wird, wenn das verwendete Objectiv Focusdifferenz hat, beobachten, dass in der Lupe wohl noch die feine Linienzeichnung der Visirscheibe, nicht aber das Bild scharf zu sehen ist. Man sucht nun durch Verschieben der inneren, die Lupe tragenden Röhre in der äussseren jene Stellung der Lupe gegenüber der Visirscheibe zu finden, bei der das Bild bei sonstiger unveränderter Einstellung wieder scharf erscheint; diese Stelle wird nun an der inneren Röhre markirt und man weiss dann, dass man bei dem betreffenden Objective für diese bestimmte Balglänge das Bild eines Objectes in der auf die Visirscheibe aufgesetzten und auf die betreffende Marke eingestellten Lupe bei Anwendung weissen Lichtes scharf sehen muss, um beim Photographiren unter Anwendung monochromen Lichtes die grösste Schärfe in die Ebene der Visirscheibe, respective der lichtempfindlichen Platte verlegt zu haben.

---

1) Hat man Sonnenlicht angewandt, so giebt man an Stelle der Cüvette, besonders wenn man mit Beleuchtungslinse arbeitet, zur Vermeidung von zu starker Erhitzung eine matte Scheibe vor das Präparat.

Bis vor Kurzem wurde in allen Fällen der Mikrophotographie, wo man monochromes Licht benöthigte, wie z. B. in obiger Methode der Correction der Focusdifferenz mit Hilfe einer passend focussirten Lupe, nur blaues Licht angewandt, da anders gefärbtes Licht auf gewöhnliche photographische Platten keinen oder ungenügenden Eindruck hervorrief. Seit kurzer Zeit ist man bekanntlich durch Entdeckungen Vogel's im Stande, durch passendes Behandeln der gewöhnlichen Platten mit entsprechenden Farbstofflösungen ihre Empfindlichkeit für die verschiedensten Gebiete des Spectrums bedeutend zu erhöhen, so dass es einestheils möglich ist, monochromatische Farbenfilter anzuwenden, deren Farbe viel mehr auf das Auge wirkt, als das bisher ausschliesslich verwendete Dunkelblau; man kann somit bei verhältnissmässig schwächeren Lichtquellen als bisher unter Benutzung von Lichtfiltern einstellen. Andererseits ist die Expositionszeit trotz Einschaltung dieser Lichtfilter nicht bedeutend verlängert, was aus später zu erörternden Gründen wichtig ist. Bei der Auswahl der Farbe kommen Gesichtspunkte in Betracht, welche später in einem eigenen Capitel besprochen werden, hier sei nur bemerkt, dass besonders für bacteriologische Aufnahmen sich wegen der für Bacterien gebräuchlichen Tinctionsmittel grüne Lichtfilter hauptsächlich bewährt haben. Auch sei schon hier erwähnt, dass das Lichtfilter oft nicht bloss die Beseitigung der Focusdifferenz zu besorgen hat, sondern auch die Erhöhung des Contrastes zwischen dem tingirten Präparat und dem Hintergrund; es werden deshalb Lichtfilter auch oft dann verwendet, wenn die betreffenden Objective keine Focusdifferenz besitzen.

Die jetzt gebräuchlichen monochromen Lichtfilter sind folgende:

a) Grüne Lichtfilter.

1. Das Zettnow'sche Lichtfilter. Professor E. Zettnow in Berlin gebührt das Verdienst, zuerst auf die Anwendung des grünen Lichtes hingewiesen und ein Recept publicirt zu haben[1]), um eine Lösung herzustellen, welche im concentrirten Zustande einen ungemein schmalen Streifen Licht des Spectrums (Wellenlänge 570—550) hindurch lässt, so dass man das Licht als wirklich monochrom bezeichnen darf. Auch sind, sagt Professor Zettnow, die Zerstreuungskreise dieser grünen Strahlen kleiner als diejenigen der blauen und violetten; es gelingt daher bei Anwendung des grünen

1) Centralbl. f. Bacteriol. und Parasitenkunde, II. Jahrg., Bd. IV, S. 51. 1888.

Lichtes völlig scharfe Negative mit Hilfe gewöhnlicher mikroskopischer Objective zu erhalten. Zettnow's Vorschrift zur Herstellung seines Lichtfilters ist folgende:

a) für concentrirte Lösung: 160 g trockenes reines Kupfernitrat und 14 g reine Chromsäure werden mit Wasser zu 250 ccm aufgelöst. Die Lösung wird in ca. 1 cm dicker Schicht angewandt;

b) für minder concentrirte, aber fast für alle Fälle genügende Lösung: 175 g Kupfervitriol, 17 g doppeltchromsaures Kali, 2 ccm Schwefelsäure werden in 0,5 bis 1 Liter Wasser gelöst. Diese Lösung wird in 1—2 cm dicker Schicht verwendet und kann bei Verwendung von Petroleumlicht als Lichtquelle noch mit dem gleichen bis doppelten Volumen Wasser verdünnt werden, da dennoch alle blauen Strahlen verschluckt werden, während die dann durchgehenden grünen und orangefarbigen eine sehr geringe, nicht schädliche Wirkung ausüben.

2. Eder's Lichtfilter. Eder verwendet statt des Zettnowschen Kupferchromfilters ein solches von Anilinlichtgrün (s. bad. Anilin- und Sodafabrik) oder Indigoschwefelsäure mit starker Pikrinsäurelösung (1:150); die Lösung muss schön grün gefärbt sein; sie wird meist in 1 cm dicker Schicht angewandt.

### b) Blaue Lichtfilter.

Bei Verwendung von Objectiven, die keine allzugrosse Focusdifferenz besitzen, und bei Anwendung nicht allzustarker Vergrösserungen unter Gebrauch mittelstarker Lichtquellen, wird ein blaues Lichtfilter recht gute Dienste leisten, wenn die Objecte ungefärbt, oder passend gefärbt (s. u.) sind. Am meisten angewandt werden als blaue Lichtfilter die ammoniakalische Kupferlösung (Lösung von Kupferoxydammoniak) und die Fehling'sche Lösung.

3. Die ammoniakalische Kupferlösung. Man erhält dieselbe in höchst concentrirtem Zustande durch Auflösen von 10 Theilen fein gepulvertem Kupfervitriol in 40 Theilen Ammoniak (spec. Gew. 0,96). Diese Lösung lässt nach Zettnow[1]) je nach der Dicke der Schicht, Licht von verschiedener Wellenlänge durch; in sehr concentrirtem Zustande geht nur blaues und violettes Licht, Wellenlänge 475—400, hindurch, bei dünnerer Schicht, resp. Verdünnung mit Wasser, tritt allmählich blaugrünes und grünes Licht hinzu, so dass durch die

1) (3) pro 1889. S. 240.

für das Auge noch immer sehr dunkelblau aussehende Flüssigkeit selbst noch Lichtstrahlen von der Wellenlänge 515 hindurchtreten. Bemerkt muss noch werden, dass durch diese, wenn auch concentrirte Lösung, stets ultraviolettes Licht hindurchgeht, welches der Schärfe der erzielten Bilder Eintrag thut.

4. Die Fehling'sche Lösung. Diese wird in folgender Weise hergestellt: Man löst 10 g Kupfervitriol in 75 ccm destillirtem Wasser, ferner 30 g Kali causticum und 40 g Seignettesalz in 75 ccm destillirtem Wasser, filtrirt dann die beiden Lösungen und mischt sie schliesslich und bewahrt die so erhaltene Flüssigkeit in gut verschlossenen Flaschen auf.

Bei der Fehling'schen Lösung erstreckt sich das sichtbare Spektrum von Roth, wo es die grösste Helligkeit besitzt und wo man die Linie *C* noch deutlich sieht, bis zum Violett, wo die Linien *H* nur mit Mühe erkannt werden. Der chemische Theil dieses Spectrums beginnt, wie bei dem früheren, zwischen Grün und Gelb, reicht aber nur bis zur Linie *H*, ohne sich in die ultraviolette Region zu erstrecken. Nachdem also die Fehling'sche Lösung ein enger begrenztes chemisches Spectrum aufweist, wird es zweckmässig sein, dort, wo die durch den Ausschluss der ultravioletten Strahlen bedingte längere Expositionszeit nicht schadet, die Fehling'sche Lösung als Lichtfilter anzuwenden.

### c) Gelbe Lichtfilter.

Nicht so sehr zur Beseitigung der Focusdifferenz, als zur Erhöhung der Contraste bei der photographischen Aufnahme schwach gefärbter Präparate, bedient man sich, insbesondere bei Verwendung von Lampenlicht, eines gelben Lichtfilters.

5. Das Kaliumchromat-Lichtfilter. Dasselbe besteht in einer concentrirten wässerigen Lösung von Kaliumbichromat; es wird in 1—2 cm dicker Schicht angewandt.

Von der Benutzung farbiger Gläser als Lichtfilter ist abzurathen, da dieselben, wie man sich durch spectralanalytische Prüfung leicht überzeugen kann, neben ihrer Hauptfarbe meist noch anders gefärbte Strahlen hindurchlassen und deshalb unserem Ideal, einem möglichst monochromen Lichte, viel weniger nahe kommen, als passend gewählte spectroskopisch geprüfte Lösungen. Da die spectroskopische Beschaffenheit solcher Gläser bei ganz ähnlichem Aussehen sehr verschieden ist, empfiehlt es sich umsomehr, sich an bereits geprüfte

und als gut befundene und stets auch ohne Mühe herzustellende Lösungen zu halten. Alle diese Lösungen werden in von zwei planparallelen Glasplatten begrenzten Cüvetten (s. u.) angewandt.

Am Schlusse dieses Capitels will ich nur nochmals darauf hinweisen, dass die Methode I des Unschädlichmachens von Focusdifferenz durch Nachdrehen der Mikrometerschraube um bestimmte Winkel wohl nur bei den allerschwächsten Vergrösserungen (ca. bis zu 30fach) durchführbar ist; die Methode II durch Einstellen mit justirter Lupe, ist, da ja auch bestimmte Balglänge etc. vorausgesetzt ist, nicht sehr zu empfehlen; am besten ist es daher, das Einstellen, sowie die Aufnahme bei passend gefärbtem monochromatischen Lichte zu machen; denn dann sind wir sicher, dass dasjenige Bild, auf welches wir eingestellt haben, das einzige ist, welches wirklich vorhanden ist und welches sich auf der Platte aufzeichnen kann. Das Nähere über zweckentsprechende Auswahl der Farbe des monochromen Lichtes, sowie über die hierzu nöthigen photographischen Platten wird in späteren Capiteln eingehend erörtert.

### 2. Specielle mikrophotographische Objective.

Weitaus einfacher gestaltet sich die Manipulation der Einstellung, wenn man vollständig achromatisirte, speciell für mikrophotographische Zwecke gebaute Objective in Anwendung bringt; wie solche zum Beispiele von der bekannten Firma W. und H. Seibert[1]) verfertigt werden. Während man, wie schon früher erwähnt, bei den gewöhnlichen Mikroskop-Objectiven trachtete, die für das Auge am hellsten erscheinenden Strahlen, nämlich die grünlichgelben zu einem möglichst scharfen Bilde zu vereinigen, wurde bei Construction dieser Objective das Hauptgewicht darauf gelegt, dafs die photographisch wirksamsten Strahlen des Spectrums, nämlich die blau-violetten, ein vollkommen scharfes Bild erzeugen. Ich hatte Gelegenheit, ein wenn auch nur schwaches, dafür aber (s. o.) um so mehr zur Focusdifferenz neigendes Objectiv obiger Firma zu prüfen[2]) und muss gestehen, dass es meinen Erwartungen vollkommen entsprach, indem es eine vollständige Uebereinstimmung des optischen mit dem chemischen Focus zeigte. Koch[3], der Gelegenheit hatte, auch mit allen übrigen Seibert'schen mikrophotographischen Objectiven (1″, $^1/_4$″, $^1/_8$″) und dessen Im-

1) Vergl. W. und H. Seibert, Katalog No. 20, S. 27. Wetzlar 1888.

2) Vergl. (3) pro 1887, S. 182.

3) Untersuchungen über Bacterien. Beitr. z. Biol. der Pflanzen, Bd. II, 1872, S. 412.

mersionssystem No. 7 zu arbeiten, spricht sich über dieselben in der anerkennendsten Weise aus. Es können somit diese Objective jedermann für mikrophotographische Zwecke wärmstens empfohlen werden.

Hier müssen auch die von der Firma Hartnack in Potsdam in Handel gebrachten Projections- und Vergrösserungs-Objective erwähnt werden, welche von grosser Lichtstärke und frei von Fosusdifferenz sind. Diese Objective sind nach Professor Zettnow[1]) von besonderem Werthe, da in der Reihe der Zeiss'schen Apochromate (s. u.) durch diese Objective die grosse Lücke zwischen dem Apochromat-Objectiv von 70 mm und dem von 16 mm Brennweite ausgefüllt wird. Besonders günstig sind aus dem angegebenen Grunde die Objective No. 1 und 2, ersteres mit 27, letzteres mit 54 mm Brennweite. Ersteres Objectiv giebt bei 80 cm Balgauszug (diese Objective werden ohne Oculare angewandt) eine Vergrösserung von 30, letzteres eine solche von 15. Hartnack erzeugt noch zwei weitere derartige Objective von 80 und 108 mm Brennweite.

### 3. Apochromat-Objective.

In dem unter der Mitwirkung der Firma Zeiss begründeten und und von der hohen deutschen Regierung subventionirten glastechnischen Laboratorium zu Jena gelang es als Resultat mehrjähriger Versuche, insbesondere des Herrn Dr. Schott, endlich einen lang gehegten Wunsch aller Fachmänner zu erfüllen, nämlich Glassorten herzustellen, bei deren Verwendung zur Anfertigung von Linsensystemen zwei Eigenschaften der letzteren erreicht werden, welche man bisher nicht erzielen konnte. Es ist dies erstens die Vereinigung von drei verschiedenen Farben des Spectrums in einem einzigen Punkte der optischen Achse des Linsensystems, es ist mit anderen Worten die Beseitigung des sogenannten secundären Spectrums der bisherigen achromatischen Linsensysteme. Die zweite erreichte wichtige Verbesserung besteht in der Correction der sphärischen Aberration für zwei verschiedene Farben, anstatt der bisher allein erreichten Correction für eine einzige, nämlich wie schon oben erwähnt, die hellste Farbe des Spectrums.

Der um die Verbesserung des Mikroskopes so hochverdiente Gelehrte, Professor Abbe[2]), berechnete nun auf Grund dieser neuen Glassorten neue mikroskopische Objective, sogenannte Apochromate,

1) (3) pro 1890, S. 181.

2) Sitzungsber. der med.-naturw. Gesellsch. zu Jena 1886.

welche zuerst von der weltbekannten Firma Carl Zeiss in den Handel gebracht wurden.

Schon im Laufe des vorletzten Jahres wurden von allen einschlägigen Zeitschriften die vorzüglichen Eigenschaften dieser Objective eingehend besprochen, und zwar sowohl ihre hervorragende Eignung (in Verbindung mit den Compensationsocularen) zur directen Beobachtung, als auch ganz besonders ihre hohe Leistungsfähigkeit (in Combination mit den weiter unten zu besprechenden Projectionsocularen) für mikrophotographische Zwecke. Wer mit dem geringsten Aufwand an Zeit und Mühe gute Mikrophotographien herstellen will, thut am besten zu diesen Objectiven zu greifen, da dieselben mit der nahezu vollständigen Uebereinstimmung des optischen mit dem chemischen Focus die Erzeugung eines sehr ebenen und scharfen Bildes verbinden. Nachdem, dank der Construction dieser Objective, die Länge des Balgauszuges in sehr weiten Grenzen variirt werden kann, so ist durch entsprechende Combination mit einem der beiden Projectionsoculare (2 oder 4) eine sehr bedeutende Verschiedenheit der Vergrösserung mittels eines Objectives erzielbar. Dass diese neuen Apochromat-Objective thatsächlich Vorzügliches zu leisten im Stande sind, wird jedermann bei einem Blicke auf die geradezu wunderbaren Aufnahmen von Dr. R. Zeiss in seinem jüngst erschienenen „Specialcatalog über Apparate für Mikrophotographie" zugestehen müssen.

Die Leistungsfähigkeit dieser Objective hat im Laufe des letzten Jahres auch schon andere Firmen veranlasst, sich mit deren Herstellung zu befassen. Solche Fabrikate werden erzeugt von den Firmen C. Reichert in Wien, W. und H. Seibert in Wetzlar, Smith and Son und Powell und Lealand in London. Da ich bisher kein Instrument dieser letzteren Firmen zu versuchen Gelegenheit hatte, muss ich mich einer Beurtheilung derselben enthalten.

Am Schlusse dieses Abschnittes erübrigt mir noch einige Worte über das neueste von Professor Abbé berechnete und von der Firma C. Zeiss ausgeführte apochromatische Immersionssystem[1]) hinzuzufügen. Die Immersionsflüssigkeit ist hier nicht, wie bei den bisher verwendeten Immersionssystemen, Cedernöl, sondern Monobromnaphthalin. Die Oeffnung des Objectives beträgt 1,63. Die von Van Heurck mit diesem Objectiv gemachten Aufnahmen[2]) zeigen in der besten

[1]) Czapski, Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI.

[2]) Van Heurck, Journ. Roy. Micr. Soc. 1890, part. I, pag. 103, pl. II. u. III.; vergl. auch Bullet. d. l. Soc. belge de Microscopie tom. XV. p. 69.

Weise die grossartige Leistungsfähigkeit desselben; wir finden auf Tafel II u. A. Aufnahmen von Amphipleura pellucida bei 8000facher Vergrösserung, von Pleurosigma angulatum bei ca. 10000facher Vergrösserung; erstere Aufnahme zeigt die Perlen der Amphipleura von viereckiger Form, ähnlich denen der Amphipleura Lindheimeri Grun. Bemerkt muss jedoch werden, dass so grossartige Resultate und Aufschlüsse über den Bau dieser kleinsten Organismen uns dieses neue Objectiv zu bringen im Stande ist, seine Anwendbarkeit für gewöhnliche mikroskopische Beobachtung eine beschränkte sein dürfte, da nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn Dr. Czapski bei Benutzung dieses Objectives eigene Flintglas-Deckgläser von genau bestimmter Dicke und für die Präparate eine Einbettungsflüssigkeit mit einem Brechungsindex über 1,60 nothwendig sind.

## Die Focustiefe der Objective.

Wenn das Bild verschieden weit vom Objective entfernter Theile eines Objectes auf der Visirscheibe fürs Auge noch deutlich erscheint, so sagt man das Objectiv hat Focustiefe. Je entfernter (in der Richtung der optischen Achse des Objectivs gerechnet) vom genau eingestellten Theile des Objectes befindliche Partien desselben im Bilde noch genügend scharf erscheinen, um so grösser ist die Focustiefe des betreffenden Objectives.

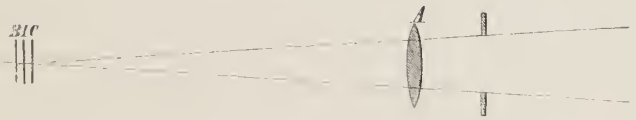



Fig. 7.

Wenn wir z. B. in dem auf S. 18 gegebenen Versuche finden würden, dass ein Objectiv, wenn wir auf Theilstrich 50 scharf eingestellt haben, auch noch alle Theilstriche zwischen 40 und 60 ziemlich scharf wiedergiebt, während ein anderes nur die zwischen 45 und 55 gelegenen annähernd scharf reproducirt, so werden wir sagen, dass die Focustiefe des ersten Objectives doppelt so gross ist, als die des zweiten.

Das Zustandekommen der Focustiefe wird uns in Fig. 7 veranschaulicht. *A* ist eine einfache mit einer Blende versehene Linse (Objectiv) deren Brennpunkt sich bei *I* befindet; da die Strahlen aber einen sehr kleinen Winkel bilden, erscheint das Bild auch noch in den Ebenen *B* und *C* scharf; diese Distanz von *B* zu *C* ist nun die Tiefe des Focus.

Die Tiefe variirt mit der Entfernung des Gegenstandes vom Objectiv; je näher das Object an das Objectiv heranrückt, um so geringer ist die Tiefe.

Mit der Zunahme der Vergrösserung des Bildes gegenüber dem Objecte nimmt, im Uebrigen die gleichen Verhältnisse vorausgesetzt, die Tiefe im Quadrate ab.

Die Tiefe eines Bildes wird ferner unter sonst gleichen Bedingungen um so viel mal grösser, als der Durchmesser der wirksamen Objectiv-Oeffnung kleiner wird; ein Satz der uns darauf hinführt, kleinere Objectivblenden (s. u.) zu gebrauchen, wo wir grössere Tiefe der Schärfe nöthig haben. Die Richtigkeit dieser eben angegebenen Erscheinung wird uns bei Betrachtung obiger Figur sofort klar, da wir aus derselben ersehen, dass durch Verkleinerung der Blendenöffnung der Winkel, unter dem sich die Lichtstrahlen treffen, ebenfalls kleiner wird. Im Allgemeinen mag hier nur angeführt sein, dass wir überall da, wo es bei photographischen Aufnahmen auf grössere Tiefe ankommt, stets möglichst schwache Objective wählen werden, und zwar Objective, welche gerade noch genug auflösende Kraft besitzen, um die im Bilde gewünschten Details des Objectes zur Geltung zu bringen. Nöthigenfalls müssen derartig hergestellte schwach vergrösserte Aufnahmen nachträglich in gewöhnlicher Weise weiter vergrössert werden.

An dieser Stelle wird vielleicht eine kleine Tabelle willkommen sein, welche uns Aufschluss über die Focustiefe von Objectiven mit verschiedener Brennweite giebt und uns nebenbei zeigt, um wieviel geringer die Focustiefe für Mikrophotographie gegenüber der für directe Beobachtung ist. Die grosse Differenz in diesen beiden Rubriken ist ein Beweis für das hohe Accomodationsvermögen des menschlichen Auges.

Tabelle.[1])

| Focallänge des Objectivs mm | Numerische Apertur | Focaltiefe μ | Accomodation des Auges μ | Totale Tiefe des Focus μ |
|---|---|---|---|---|
| 100 | 0,07 | 522 | 2080 | 2602 |
| 100 | 0,14 | 262 | 2080 | 2342 |
| 38 | 0,14 | 86 | 230 | 316 |
| 38 | 0,7 | 69 | 230 | 299 |

1) E. E. Davis, Mikroskopical News III, 1883. S. 172. Fol, Mikr. anat. Technik. 1884. S. 75.

| Focallänge des Objectivs mm | Numerische Apertur | Focaltiefe μ | Accomodation des Anges μ | Totale Tiefe des Focus μ |
|---|---|---|---|---|
| 38 | 0,21 | 57 | 230 | 287 |
| 12,7 | 0,34 | 10,6 | 20 | 30,6 |
| 12,7 | 0,57 | 6,3 | 20 | 26,3 |
| 12,7 | 0,82 | 4,4 | 20 | 24,4 |
| 4,2 | 0,60 | 1,99 | 2,3 | 4,29 |
| 4,2 | 0,76 | 1,57 | 2,3 | 3,87 |
| 4,2 | 1,20 | 0,99 | 2,3 | 3,29 |
| 2,1 | 0,83 | 0,72 | 0,58 | 1,30 |
| 2,1 | 0,97 | 0,61 | 0,58 | 1,19 |
| 2,1 | 1,10 | 0,54 | 0,58 | 1,12 |
| 1,26 | 0,98 | 0,37 | 0,21 | 0,58 |
| 1,26 | 1,10 | 0,33 | 0,21 | 0,54 |

## C. Die Oculare.

### I. Gewöhnliche Oculare und ihr Ersatz.

Um das von dem Objectiv erzeugte vergrösserte Bild des Objectes stark vergrössert aufzufangen, muss entweder die photographische Platte weit von dem Objectiv entfernt sein, ein Modus, der bei manchen mikrophotographischen Cameras undurchführbar ist, oder es muss das Bild mittels eines Oculares oder einer stellvertretenden optischen Einrichtung (Amplifier s. u.) vergrössert werden.

Die gewöhnlichen Oculare sind, so gute Dienste sie auch für das Beobachten mit dem, wie oben gezeigt, sehr accomodationsfähigen Auge leisten mögen, eigentlich ziemlich unvollkommene optische Apparate und es darf uns deshalb nicht wundern, wenn die durch das Objectiv erzeugten Bilder bei ihrer Weitervergrösserung mittels eines Oculares oft sehr an Güte einbüssen. Bei ziemlich kleiner Bildfläche wird man allerdings auch mit Hilfe des Oculares recht brauchbare Bilder herstellen können, sowie man aber eine etwas grössere Bildfläche wünscht, wird sich in den meisten Fällen zeigen, dass das Bild der genügenden Ebenheit entbehrt, um sich auf der ganzen Platte gleichmässig scharf zu zeichnen. Nach meinen Erfahrungen würde ich mehr empfehlen stärkere Vergrösserung durch längeren Balg-Auszug der Camera herzustellen, als zu der Anwendung gewöhnlicher Oculare bei kurzem Balg-Auszug zu greifen,

doch sei damit nicht gesagt, dass es mittels letzterer Anordnung unmöglich ist, gute Bilder zu erhalten.

Hier will ich auch erwähnen, dass manche Mikrophotographen[1]) mit der Anwendung von gewöhnlichen achromatischen photographischen Objectiven (einfache Landschaftslinse, Aplanat, Weitwinkelaplanat etc.), in Verbindung mit dem mit Objectiv und Ocular ausgerüsteten Mikroskope gute Resultate erzielen. Sie bringen zu diesem Behufe das betreffende photographische Objectiv dicht hinter das Ocular des Mikroskopes und bemerken von dieser Einrichtung, dass durch den Achromatismus des photographischen Objectives, selbst eine nicht unbedeutende Focusdifferenz des Mikroskop-Objectives beseitigt werde.

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass in neuester Zeit[2]) Neuhauss eine Mittheilung machte, dass es ihm gelungen sei, mit Hilfe der gewöhnlichen Oculare sehr schöne mikrophotographische Resultate zu erzielen, wenn er die Collectivlinse und die Augenlinse des Oculars etwas weiter von einander entfernt.

Neuhauss sagt über sein Verfahren folgendes:

„Stellt man unter Anwendung eines gewöhnlichen Oculars auf der Einstellscheibe scharf ein, so zeigen sowohl die Einzelheiten des Objects, besonders nach dem Rande zu, wie die Begrenzung des Gesichtsfeldes Farbensäume; eine auf diese Weise gefertigte Aufnahme ermangelt der Schärfe in den Umrissen. Ganz anders gestaltet sich die Sache, wenn man wie bei dem Projections-Ocular die beiden Linsen des Oculares etwas von einander entfernt. Die Farbensäume schwinden und Object wie Begrenzung des Gesichtsfeldes erscheinen in voller Klarheit. Entfernt man die Linsen zu weit, so wird das Bild schlechter und die Farbensäume treten wieder auf. Bei zu kurzem Ocular (so wie dasselbe für die gewöhnliche mikroskopische Beobachtung dient) hat die Begrenzung des Gesichtsfeldes auf der Einstellscheibe einen blauen, bei zu langem einen rothen Saum. Massgebend für die richtige Länge ist die Farbenfreiheit dieser Begrenzung. Bei den Zeiss'schen Projections-Ocularen ist, wie weiter unten erwähnt, diejenige Stellung der Linsen die richtige, wo das Gesichtsfeld einen scharfen Saum zeigt. Das lässt sich bei den gewöhnlichen Ocularen nicht ohne Weiters erreichen, ist auch für

1) Vogel, H., Kreutzer's Zeitschr. f. Ph. u. Ster. Bd. VII, 1863, S. 52 und (6) S. 7 und (8) S. 31.

2) Z. f. wiss. Mikroskopie. Bd. V, Heft 3, S. 328.

die Schärfe des Bildes keineswegs erforderlich. Zur Erzielung klarer, schleierfreier Bilder wird es fernerhin nöthig, eine kleine, etwa 6 mm im Durchmesser messende Blende unmittelbar über der oberen Ocularlinse anzubringen."

„Beide Aenderungen lassen sich ohne Weiteres an jedem Ocular ausführen. Eine $2^1/_2$ cm lange Papphülse, die über die Messinghülse des Oculars übergeschoben wird und welche an ihrem oberen Ende die dem Auge zugekehrte Linse trägt, genügt vollkommen. Die in dem Ocular vorhandene Blende bleibt an ihrem alten Fleck. Die über das Ocular zu stülpende neue Blende wird zweckmässiger Weise ebenfalls mittels einer kurzen abnehmbaren Hülse befestigt. Ueberlässt man die Aenderung einem Mechaniker, so empfiehlt es sich, die Anordnung derart zu treffen, dass die ausziehbare Hülse im Innern der Ocularhülse sitzt, damit das Ocular wie bei gewöhnlicher Beobachtung an unveränderter Stelle im Tubus verbleiben kann. Auf jeden Fall benutze man für derartige Zwecke nur ganz schwache Oculare."

„Je näher die Einstellscheibe dem aufzunehmenden Objecte, um so mehr muss man, genau wie bei den Projections-Ocularen, die Linsen des Oculars von einander entfernen. Im Grossen und Ganzen schwankt die nothwendige Verlängerung zwischen 1 und 2 cm".

Da bei Objectivsystemen, speciell stärkeren Systemen ohne Correctionsfassung, die sphärische Aberration nur für einen bestimmten Bildabstand corrigirt ist, so kann bei Anwendung solcher Objective die Vergrösserung bei Weglassung des Oculars auch nicht durch längeren Balgauszug der Camera bedeutend gesteigert werden. Solche Fälle veranlassten Woodward zur Construction einer achromatischen Concavlinse, des sogenannten Amplifier, der weiter unten kurz beschrieben werden soll, wenngleich er heute fast nur mehr ein historisches Interesse hat, da man jetzt in allen schwierigeren Fällen zu Apochromat-Objectiven und Projections-Ocularen greifen wird.

Der Amplifier besteht aus einer achromatischen Concavlinse von 0,7 Zoll Durchmesser und von 6,5 Zoll negativer Brennweite; die Linse ist in eine längere Hülse gefasst, die sich wie ein Ocular in den Tubus schieben lässt und aussen eine Millimetertheilung trägt.

Woodward fand, dass einer gegebenen Länge des Balg-Auszuges eine bestimmte, an der Millimetertheilung der Hülse ablesbare Stellung der Concavlinse entspricht, bei welcher, ungeachtet was für ein Objectiv benutzt wird, die vollkommenste Correction besteht.

Um diese für eine bestimmte Länge des Auszuges constante Grösse kennen zu lernen, stellt man im Mikroskope mit einem nicht zu starken Objective ein passendes Object unter Benutzung des Oculares genau ein, verbindet dann ohne die Einstellung zu ändern das Mikroskop mit der photographischen Camera, vertauscht das Ocular mit dem Amplifier und sucht nun durch Vor- und Zurückschieben des letzteren im Tubus jene Stellung desselben zu eruiren, bei welcher das Bild die grösste Schärfe auf der Visirscheibe zeigt. Notirt man den Theilstrich der Hülse, so braucht man bei Verwendung irgend eines Objectives, aber bei derselben Balglänge, den Amplifier nur wieder an dieselbe Stelle zu bringen, um die beste Wirkung zu erhalten.

Zeiss gab seinen älteren, nicht apochromatischen Oelimmersionen auf Wunsch eine photographische Correctionslinse bei, welche ebenfalls den Zweck hat, den Strahlengang der auf die gewöhnliche Tubuslänge adjustirten Objective für den Bildabstand von ca. 1 bis $1^1/_2$ m zu corrigiren, doch soll nach den Mittheilungen einiger Mikrophotographen [1]) Woodward's Amplifier dieser Correctionslinse überlegen sein.

Wie schon oben angedeutet, ist der Besitz eines Amplifiers oder einer Correctionslinse dann wünschenswerth, wenn Aufnahmen bei sehr starker Vergrösserung mit Hilfe eines gewöhnlichen (zum Unterschiede von Apochromaten) Oel-Immersionssystems gemacht werden sollen.

### 2. Projectionsoculare.

Unter diesem Titel wurden gleichzeitig mit den „Apochromaten" von der Firma C. Zeiss Oculare in den Handel gebracht, durch welche die sowohl bei directer Projection mit dem Objective allein, als bei Anwendung von gewöhnlichen Ocularen auftretenden Uebelstände behoben werden. Dieselben sind von ähnlichem Aeusseren wie die gewöhnlichen Oculare und besitzen wie diese eine Collectivlinse, unterscheiden sich aber von ihnen dadurch, dass die Augenlinse nicht einfach ist, sondern aus einem Linsensystem besteht, welches sphärisch und chromatisch corrigirt ist und somit ein sehr ebenes Bild liefert, das frei von Focusdifferenz zwischen optischen und chemischen Strahlen ist. Zwischen der Collectivlinse und dem genannten Linsensystem ist noch zur Begrenzung des Bildfeldes ein

1) Vergl. u. A. Hitchcock, Am. Micr. Journ. Vol. VI, No. 9, S. 169.

Diaphragma eingeschaltet, welchem das Linsensystem durch einfaches Drehen mehr oder weniger genähert werden kann.

Behufs Projection des Bildes auf einen Schirm für objective Darstellung, oder auf die photographische Platte verbleibt das Objectiv des Mikroskopes in allen Stücken genau in derselben Verfassung, wie es für die Ocularbeobachtung dient. Nach vorläufig bewirkter Einstellung des Präparates mittels eines Oculares wird nur an Stelle des letzteren das Projectionsocular eingeführt und dessen Projectionslinse so eingestellt, dass der Rand des Diaphragmas auf dem Schirm oder auf der matten Scheibe der photographischen Kammer möglichst scharf sich abbildet, was ein um so stärkeres Herausdrehen der Projectionslinse nöthig macht, je geringer der Abstand des Schirmes oder der Platte vom Mikroskope ist. Hiernach endlich wird das scharfe Bild des Objectes durch entsprechende Einstellung des Mikroskopes mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln auf den Schirm oder die Einstell-Scheibe gebracht. — Die Tubuslänge, auf welche die Objective für die Ocularbeobachtung adjustirt sind (meist 160 mm), ist dabei stets genau beizubehalten.

Der Oculardeckel des Projectionsoculars bildet ein Diaphragma, durch welches Reflexe im Tubus vollständig abgeblendet werden. Die Oeffnung dieses Diaphragmas ist der grössten Linsenöffnung der Apochromate entsprechend gewählt. Beim Gebrauch der apochromatischen Objective von 0,6 und 0,3 Apertur kann es sich aber gelegentlich empfehlen, die wirksame Oeffnung des Objectives zu beschränken, um gleichmässigere Bildschärfe bis zum Rande des Bildfeldes zu erzielen. Für diesen Zweck werden jedem Projectionsocular zwei Diaphragmen mit abgestuften kleineren Oeffnungen beigegeben, welche sich an Stelle des normalen Diaphragmas aufstecken lassen — wobei jedoch darauf Bedacht zu nehmen ist, dass diese engeren Diaphragmen nicht irrthümlich auch dann am Ocular bleiben, wenn die volle Oeffnung der Objective wirksam sein soll.

Wenngleich die Projectionsoculare nach dem Princip der Compensationsoculare speciell für die Apochromate corrigirt sind, können sie auch mit grossem Vortheil bei allen gewöhnlichen achromatischen Objectiven von grösserer Apertur verwendet werden.

Zeiss fertigt für den continentalen, 160 mm langen Tubus 2 Nummern von Projectionsocularen an, nämlich 2 und 4. Für Mikrophotographen, welche sich nur eines der beiden Projectionsoculare anschaffen wollen, diene folgendes zur Richtschnur. Wenn keine allzu grosse Bildgrösse verlangt wird, oder die Camera mit

langem Balgauszug versehen ist, wird Projectionsocular 2 mehr zu empfehlen sein, sollen aber bedeutendere Bildgrössen bei kürzerem Balgauszug erhalten werden, so muss man zu Projectionsocular 4 greifen. Aus der Angabe, dass die Bildfläche mit Projectionsocular 2 bei 0,5 m Balgauszug einen Durchmesser von ca. 9,7 cm, mit Projectionsocular 4 einen solchen von ca. 13,5 cm hat, lässt sich die Bildgrösse für jede beliebige Balglänge[1]) berechnen und daraus das für die benutzte Camera passende auswählen. Auch die übrigen oben genannten Firmen, welche sich mit der Herstellung von Apochromat-Objectiven befassen, fertigen ähnliche Projections-Oculare an.

## II. Die mikrophotographische Camera und deren Zubehör.

So wie der Portät- oder Landschaftsphotograph bedarf auch der Mikrophotograph einer Camera obscura, mittels der er im Stande ist, die lichtempfindlichen Platten geschützt vor allem fremden Lichte nur der Einwirkung der das Bild erzeugenden Lichtstrahlen auszusetzen.

Eine derartige Camera besteht im einfachsten Falle aus einem Holzkästchen, welches an einer Seite mit dem Mikroskope lichtdicht verbunden wird, an der gegenüberliegenden Seite zur Aufnahme der Einstellscheibe und der die lichtempfindlichen Platten beherbergenden Cassette eingerichtet ist. In einem vollkommeneren Zustande ist die vordere von der rückwärtigen Seite des Kästchens getrennt und zwischen diesen Theilen noch ein lichtdichter Balgauszug eingefügt, welcher gestattet, den hinteren, die Cassette aufnehmenden Theil in gewissen Grenzen dem Mikroskop zu nähern und von demselben zu entfernen. Die letztere Einrichtung gestattet dem Mikrophotographen einen viel grösseren Spielraum hinsichtlich der Vergrösserung, da natürlich bei längerem Auszug des Balges die Grösse des Bildes unter sonst gleichen Bedingungen wächst. Als wichtigste Eigenschaft eines mikrophotographischen Apparates muss neben exacter Arbeit aller Theile besonders „grosse Stabilität" hervorgehoben werden, da insbesondere bei starken Vergrösserungen die minimalsten Vibrationen das Photographiren eines Bildes ganz unmöglich machen.

1) Als Balglänge bezeichne ich, wenn bei der betreffenden Anordnung auch ein Ocular in Verwendung kommt, die Entfernung von der Augenlinse des Oculares bis zur Visirscheibe; in Fällen wo kein Ocular angewandt wird, verstehe ich darunter die Entfernung von der Hinterlinse des Objectives bis zur Visirscheibe.

## A. Einzelne Theile der Camera.

### I. Objectivbrettchen und Ansatzstücke zur Herstellung einer lichtdichten Verbindung zwischen Camera und Mikroskop.

An jenem Ende der Camera, an welchem das Mikroskop mit derselben verbunden wird, ist bei fast allen grösseren Camera's eine quadratische Oeffnung von 10—20 cm Seitenlänge angebracht, in welche entsprechend grosse Brettchen (Objectivbrettchen) lichtdicht passend eingefügt werden können. Von diesen Brettchen, deren man 2 bis 3 haben sollte, besitzt eines in seiner Mitte eine Oeffnung von ca. 5—15 cm Durchmesser, aus der das eigentliche Verbindungsstück mit dem Mikroskope heraustritt. Dieses letztere ist im einfachsten Falle ein Kegelstutz aus dichtem schwarzen Tuch, dessen engeres Ende über den Ocular theil des Tubus gestülpt und z. B.

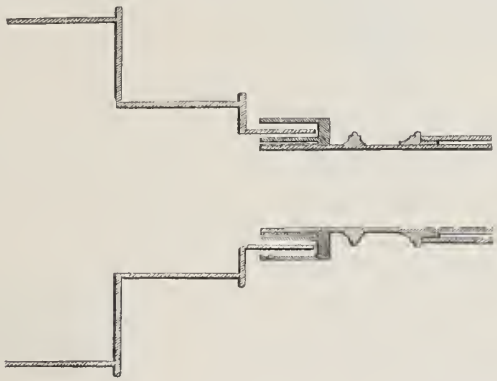


Fig. 8. Lichtdichte Verbindung zwischen Camera und Mikroskop.

mittels eines Gummiringes darauf festgehalten wird. Auch kleine pyramidenstutzförmige, elastische Bälge werden zuweilen als Zwischenstücke angewandt; sie tragen auf ihrer kleineren dem Ocular des Mikroskopes zugekehrten Basis meist ein Brettchen, welches von aussen her eine centrale kreisförmige Vertiefung trägt, die sich genau über das Ocular des Mikroskopes legt. Als eine der zweckmässigsten erscheint mir jene Verbindung der Camera mit dem Mikroskope, welche, wie ich glaube, zuerst von Zeiss angewandt wurde, und welche aus einem sich ineinander schiebenden System von Röhren besteht (s. Fig. 8). Das Objectivbrettchen trägt hier einen innen wohl geschwärzten Messingtrichter, in welchem sich eine durch Zahn und Trieb herausschiebbare Messinghülse verschiebt. Die licht-

1) Vergl. (1) S. 62.

dichte Verbindung dieses Trichters mit dem Mikroskoptubus geschieht sehr rasch und sicher durch Hineinschieben der eben erwähnten, durch Zahn und Trieb beweglichen Messinghülse in eine am obersten Theile des Tubus aufgesteckte doppelte Kapsel (s. Fig. 8). (Ueber andere Arten der lichtdichten Verbindung von Mikroskop und Camera vergl. das betreffende Capitel.)

Ein zweites der oben genannten Objectivbrettchen dient zur Befestigung von Lupen oder Aplanaten zum Zwecke von Aufnahmen bei sehr schwachen Vergrösserungen. Ein drittes Objectivbrettchen kann, dicht von seinem äusseren Rand entspringend, einen pyramidenstutz- oder prismenförmigen Fortsatz tragen, der dann als Zwischenstück eingefügt wird, wenn die Balglänge des Apparates noch nicht genügt, um die gewünschte Stärke der Vergrösserung zu erreichen. Reichert's grosser mikrophotographischer Apparat ist beispielsweise mit einem solchen Ansatze ausgerüstet.

### 2. Die Visirscheibe.

Mit Hilfe der Einstellungsvorrichtung (Trieb und Mikrometerschraube) des Mikroskopes muss dem Objectiv jene Stellung gegenüber dem Präparate gegeben werden, bei welcher das Bild genau in jene Ebene fällt, in die wir später die lichtempfindliche Platte bringen wollen. Um diese Stellung des Objectives zu suchen, d. h. um einzustellen, benöthigt man die Visirscheibe, welche in passender Fassung genau in jener Ebene festgehalten ist, in der, wenn man sie gegen die Cassette vertauscht, die lichtempfindliche Platte zu liegen kommt. Die Visirscheibe selbst kann entweder eine äusserst fein mattirte Tafel sein, ähnlich jener, welche in den gewöhnlichen photographischen Apparaten zum Einstellen dienen, oder es ist eine gewöhnliche Spiegeltafel, auf deren dem Mikroskop zugekehrter Seite zwei sich kreuzende Linien (Diamantkreuz) oder ein System feiner Linien eingeritzt (s. Fig. 9) oder eingeätzt ist.[1]) Die matte Einstell-

1) Das Einätzen von einem Liniensystem kann man leicht selbst besorgen; man lackirt die betreffende gut angewärmte Spiegeltafel mit gewöhnlichem Negativlack, dem man einige Tropfen (auf 5 ccm Lack 5—10 Tropfen) gesättigte Benzol-Wachslösung zusetzt. Reiner Negativlack ist meist zu spröde und springt beim Ritzen mit der Nadel zackig ab. Beim Zutropfen von Wachslösung zum Lack tritt meist Trübung ein, die aber bei leichtem Erwärmen verschwindet. In die Lackschicht dieser Platte wird nun mit einer sehr feinen Nadel das gewünschte Liniensystem eingeritzt. Auf die so vorpräparirte Platte bringt man nun einen dünnen Brei aus feinstgepulvertem (käuflichem) Flussspath und verdünnter Schwefelsäure (1 Schwefelsäure mit 4 Wasser) hergestellt, den man wenn möglich in einer Blei-,

tafel ist nur dann verwendbar, wenn die Bilder einen solchen Grad der Helligkeit haben, dass man sie auf der Tafel deutlich zu sehen im Stande ist, wozu man Kopf und Einstelltafel mit einem dichten schwarzen Tuch (etwa $1^1/_4$ Meter im Quadrat), dem sogenannten Einstelltuch, umgiebt, um das beim Arbeiten in einem hellen Raume von aussen auf die Visirscheibe fallende Licht von derselben abzuhalten. Bei allen stärkeren Vergrösserungen, ferner bei Objecten, die bei auffallendem Lichte photographirt werden sollen, hier auch bei sehr schwachen Vergrösserungen, ist das Bild, ausgenommen man benutzt die stärksten Lichtquellen, so lichtschwach, dass man

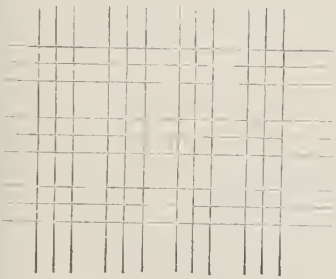


Fig. 9.

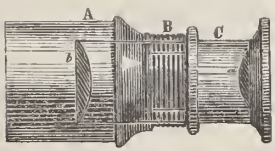



Fig. 10.

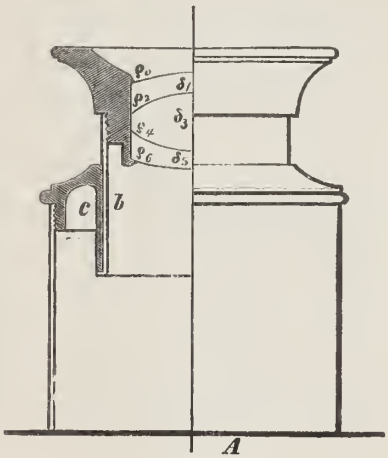



Fig. 11.

es mittels der matten Scheibe absolut nicht einstellen kann: in diesem Falle bedient man sich der oben erwähnten Spiegeltafel. Das Einstellen geschieht in diesem letzten Falle mittels einer Lupe (Einstell-Lupe), wie sie auch vielfach von Fachphotographen verwendet wird.

---

sonst aber auch in einer werthlosen Glas- oder Porzellanschale unmittelbar vorher anrührt; man vertheilt ihn mittels eines elastischen Holzstäbchens rasch über die ganze Platte, soweit die Linien eingeätzt werden sollen, und lässt ihn durch etwa 5—10 Minuten einwirken. Nun wäscht man die Platte erst mit Wasser vom Flussspathbrei und dann mit Alcohol vom Lacke ab und wird dann deutlich die zart eingeätzten Linien wahrnehmen. Als Muster für das einzuritzende Liniensystem eignet sich besonders das von Smith (Phot. News. Vol. XXXI. No. 180) gegebene, s. Fig. 9.

Eine solche Lupe (s. Fig. 10 und 11) muss vorerst für das Auge des betreffenden Einstellenden durch Verschieben der Linse in ihrer Führung derart gerichtet werden, dass der Beobachter beim Aufstellen der Lupe auf die Spiegeltafel die auf der abgewendeten Seite befindlichen feinen Linien in der grösstmöglichsten Schärfe sieht. Es kann übrigens jede gute Lupe mit ebenem Gesichtsfeld als Einstelllupe verwendet werden, wenn man sie auf passende Art in einer Messing- oder Pappenröhre in der richtigen Stellung (s. o.) fixirt. Das Bild ist scharf eingestellt, wenn es in der Lupe gleichzeitig mit den eingeätzten Linien scharf contourirt erscheint. Diese Art der Einstellung ist für fast alle Fälle anwendbar, nur dort, wo wir es mit grosser Intensität des Lichtes zu thun haben, ist die matte Scheibe vorzuziehen.

Eine matte Tafel kann, wenn es wünschenswerth erscheint, leicht etwas transparenter gemacht werden und zwar entweder durch einen Tropfen Olivenöl, den man auf der matten Seite verreibt, oder nach Stolze besser dadurch, dass man geschlagenes Eiweiss 24 Stunden absetzen lässt und je nach dem gewünschten höheren oder geringeren Grad der Transparenz entweder damit allein, oder in passender Verdünnung mit Wasser die Scheibe übergiesst. Auch auf der matten Tafel ist es zweckmässig, mit Hilfe einer Einstelllupe zu arbeiten, welche für diesen Fall so justirt sein muss, dass das Korn der matten Seite, oder ein darauf gezogener Bleistiftstrich beim Aufstellen der Lupe auf die glatte Seite in grösstmöglichster Schärfe erscheint.

Bei jedem vollkommenen mikrophotographischen Apparate sollte sowohl eine matte Einstelltafel, als auch eine entweder bloss mit Diamantkreuz oder mit dem oben erwähnten Liniensystem versehene Einstelltafel beigegeben sein. Die matte Tafel ist, auch dann, wenn das Bild aus Lichtmangel nicht mehr mit ihrer Hilfe eingestellt werden kann, von grossem Vortheil, um sich zu überzeugen, ehe man ans eigentliche Einstellen schreitet, ob die Beleuchtung über das ganze Gesichtsfeld gleichmässig vertheilt ist.

Auf jeder Visirscheibe soll der Kreuzungspunkt der beiden Diagonalen entweder mittels Bleistiftstrichen oder Diamantrissen markirt sein, um die Mitte des Gesichtsfeldes sofort zu erkennen; auch sollten, falls verschiedene Plattenformate angewandt werden, dieselben mittels Bleistift auf der matten Scheibe an derselben Stelle markirt sein, in der die Platten in der Cassette zu liegen kommen.

### 3. Die Cassette.

Sie besteht im Wesentlichen aus einem rechteckigen oder quadratischen Rahmen (Fig. 12), der auf der einen Seite mittels eines Schiebers (Expositionsschieber) *a*, auf der anderen Seite meist mittels eines aufklappbaren Deckels *b* lichtdicht verschlossen ist. Zwischen diesen beiden Verschlussstücken wird die lichtempfindliche Platte auf die in den Ecken des Rahmens angebrachten Unterlagen aus Holz oder Bein mit der lichtempfindlichen Schicht gegen den Schieber zu eingelegt und beim Zuklappen des Deckels von einer in dessen Mitte angebrachten Feder fest an diese Unterlagen angedrückt. Für gewöhnlich wird der Mikrophotograph vollkommen mit einer einzigen, aber tadellos gearbeiteten Cassette ausreichen. Um auch kleinere Platten verwenden zu können als diejenigen, für welche die Cassette eigentlich bestimmt ist, bedient man sich der Einlegerahmen (s. Fig. 13).

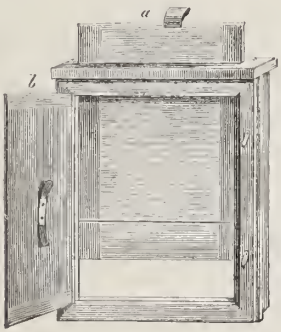



Fig. 12.

Fig. 13.

Die Cassette wird zumeist aus Holz gefertigt, und nur dann, wenn es sich um sehr kleine Plattenformate und Aufnahmen bei nicht zu starker Vergrösserung handelt, können Cartoncassetten an ihre Stelle treten. Letztere empfehlen sich dann, wenn der betreffende Mikroskopiker, wie dies insbesondere bei Studirenden vorkommen wird, im Institute die beobachteten Bilder ohne langwierige Zeichnung zu fixiren wünscht, und um dort Zeit zu sparen erst zu Hause entwickelt.

Die Anwendung von Doppelcassetten, wie sie jetzt allgemein in der Landschaftsphotographie Eingang gefunden haben, möchte ich für unsere Zwecke nicht sehr empfehlen, da sie oft mit weniger Genauigkeit angefertigt sind, als die einfache Cassette, und es auch schwerer möglich ist, die genaue Uebereinstimmung zwischen Visir-

scheibe und Cassette zu controliren.[1]) Soll man an einem Orte, wo keine Dunkelkammer zur Verfügung steht, mehrere mikrophotographische Aufnahmen machen, ohne im Besitze mehrerer Cassetten zu sein, so bedient man sich am besten eines Wechselsackes oder Wechselkastens[2]), in dem man das Einlegen neuer Platten besorgt.

Einem ganz speziellen Zwecke dient eine von Zeiss seinem grossen Apparate beigegebene Cassette, dieselbe gestattet nämlich ein und denselben Theil des Präparates auf derselben Platte unter verschiedenen Expositionszeiten aufzunehmen und dadurch die beste Expositionszeit zu bestimmen. Zu diesem Zwecke ist diese Cassette in einer Führungsleiste verschiebbar und wird mit beliebigen Haltepunkten vor einem Blechspalt vorübergeführt, welcher nur einen schmalen, für die Beurtheilung des Erfolges jedoch hinreichenden Streifen des Bildes auf die empfindliche Platte kommen lässt.

#### 4. Die Centrir-Vorrichtung.

Bei jedem vollkommenen mikrophotographischen Apparat, mit Ausnahme solcher, bei welchen das Mikroskop von vorne herein zufolge der Construction stets genau in der optischen Achse der Camera stehen muss, ist eine Centrir-Vorrichtung nöthig, welche es ermöglicht, die optische Achse des Mikroskopes mit der der Camera zusammenfallen zu machen. Die hierzu dienende Einrichtung besteht darin, dass das Mikroskop auf eine vollkommen ebene, auf 3 Stellschrauben ruhende, starke Metallplatte, oder auf einen passenden Rahmen aus Gusseisen gestellt und dort fixirt wird; die Stellschrauben selbst sollen auf flachen Messingschüsselchen oder auf Messingplättchen, s. Fig. 14, ruhen, welche zur Aufnahme der Stellschrauben mit auf die optische Achse des Apparates senkrecht stehenden Riefen versehen sind. Letztere Einrichtung ist recht zweckmässig, weil dadurch die als Träger des Mikroskopes dienende Metallplatte bequem in eine auf die optische Achse des Mikroskopes senkrechte Richtung verschiebbar ist. Auf der das Mikroskop tragenden Metallplatte ist an jener Seite, wo die beiden Schenkel des Hufeisenstatives zu stehen kommen, eine metallene Anschlagleiste angeschraubt, damit das Mikroskop immer, wenn es abgenommen und wieder auf die Platte gestellt wird, dieselbe Richtung zur optischen Achse des Apparates einnimmt.

---

1) Hiermit soll nicht gesagt sein, dass exact gearbeitete Doppelcassetten nicht in vielen Fällen sehr bequem sind.

2) Eder (2) Bd. I, S. 421.

Die ganze jetzt besprochene Centrir-Vorrichtung ist bei horizontalen Apparaten meist auf einem rechteckigen Brette, s. Fig. 15, aufgestellt, in welches die oben beschriebenen mit Riefen versehenen Messingplättchen eingelassen sind. Dieses Brett selbst ist, um das Mikroskop auch nach links und rechts dirigiren zu können, aus zwei fast gleich grossen über einander liegenden Brettern *a* und *b* hergestellt, die auf der der Camera zugekehrten Seite mittels einer als Drehungsachse dienenden Flügelschraube *c* verbunden sind. Auf der entgegengesetzten Seite befindet sich im oberen Brette ein segmentförmiger Ausschnitt *d* (die eben erwähnte Achse als Krümmungsmittelpunkt), durch den eine im unteren Brette befestigte Flügelschraube hindurchtritt; dieselbe dient dazu, das obere Brett in beliebiger Lage zu fixiren.

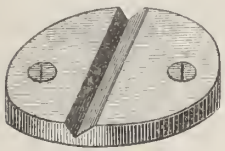


Fig. 14.

Fig. 15.

Das in der beschriebenen Weise eingerichtete Doppelbrett bildet bei vollkommeneren mikrophotographischen Apparaten einen Theil der optischen Bank, d. h. es ist auf passenden Schienen (meist Prismen aus Gusseisen) parallel der optischen Achse der Camera verschiebbar, wozu auf der Unterseite Reiter aus Gusseisen angebracht sind. Wie wir später sehen werden, sind auf denselben Schienen in gleicher Weise mehrere andere ebenfalls auf Gusseisen-Reitern befestigte Brettchen verschiebbar, die als Träger diverser zur Beleuchtung nöthiger Utensilien dienen.

### 5. Vorrichtungen zur Ferneinstellung.

Bei grösseren mikrophotographischen Apparaten ist es, wenn der Balg weit ausgezogen ist, nicht mehr möglich, die Mikrometerschraube des Mikroskopes mit der Hand zu erreichen, wenn man behufs der Einstellung des Bildes hinter der Visirscheibe stehen muss. Von den verschiedenen Einrichtungen, die man geschaffen hat, um diesem Uebelstande abzuhelfen, seien hier nur folgende namhaft gemacht:

a) Anstatt des Kopfes der Mikrometerschraube wird auf diese ein möglichst grosses Zahnrad aufgesetzt, dieses greift in ein zweites

kleines Zahnrad [1]), das auf einer entsprechend langen Stahlstange oder Messingröhre aufsitzt, die bis zur Visirscheibe führt, wo sie in einen gerieften Knopf endigt.

b) Bei manchen speciell für mikrophotographische Zwecke gebauten Stativen ist die Peripherie der Mikrometerschraube selbst mit einer Zähnelung versehen, welche meist in einer rings um den Kopf der Schraube herumlaufenden Furche angebracht ist, so dass die Zähnelung beim Fassen der Schraube mit der Hand nicht gefühlt wird. (Instrumente von Zeiss, Reichert u. A.)

c) Anstatt der Zahnräder können Holz- oder Metallröllchen verwendet werden, die unter einander durch eine starke Schnur oder ein Lederband verbunden sind; die grössere Rolle kann in fester Verbindung mit einem sogenannten Klemmring sein, der über den Kopf der Mikrometerschraube gelegt und dann zusammengezogen wird, wodurch das gekerbte Rädchen über der Mikrometerschraube festsitzt. Das kleinere Röllchen sitzt auf einer drehbaren Metallstange (Einstellstab) auf, welche in gleicher Weise wie bei Einstellvorrichtung *a* zur Visirscheibe führt. Doch hat diese letztere, sonst recht gut functionirende Einrichtung den Nachtheil, dass die Mikrometerschraube stark nach einer Seite gedrückt wird und dadurch mit der Zeit Schaden leidet.

Bei eventueller Verwendung von Stricker's Einstellapparat (s. S. 13) genügt es eine einfache Transmissionsschnur von dem mit Furche versehenen Mikrometerschraubenkopf auf ein am Einstellstabe befestigtes Röllchen zu spannen, da hier die Mikrometerschraube, falls sie durch den einseitigen Zug mit der Zeit Schaden leiden sollte, mit sehr geringen Kosten erneuert werden kann.

d) Sehr zweckmässig ist die Uebertragung mittels Kugelcharnieren, dem sogenannten Hooke'schen Schlüssel, welchen u. A. Schippang bei seiner Camera verwendet; doch muss auch hier darauf Bedacht genommen werden, dass nicht die Mikrometerschraube selbst das Gewicht dieses Schlüssels zu tragen habe, da sie, wie oben erwähnt, durch eine solche einseitige Belastung leiden müsste. Man verbindet, um diesen Uebelstand zu beseitigen, den Kopf der Mikrometerschraube mit einer in Lagern sich drehenden Achse und diese letztere wird erst durch Vermittlung von Kugelcharnieren mit einer 1—2 m langen Holzstange verbunden, durch deren Drehen man

1) Wenn der Kopf der Mikrometerschraube sich beim Drehen hebt und senkt, muss anstatt des kleineren Zahnrades eine Zahnwelle genommen werden, damit der Contact mit dem grossen Zahnrade nicht verloren geht.

einstellt. Hierbei muss Vorsorge getroffen sein, dass der Kopf der Mikrometerschraube, der sich beim Drehen derselben dem Stative nähert, oder sich von demselben entfernt[1]), Spielraum hat; entweder muss die mit dem Kopf verbundene Achse, oder das Gestänge aus zwei in einander verschiebbaren aber nicht in einander drehbaren Theilen bestehen, wie dies in Fig. 16 bei *a* und *b* dargestellt ist.

e) In neuerer Zeit verband Zeiss, s. Fig. 16, bei seiner grossen Camera die Schnurübersetzung mit obiger in Lagern *r* laufenden aus in einander verschiebbaren Stücken *a* und *b* hergestellten und auf einem in der Höhe verstellbaren Stative angebrachten Achse. Letztere trägt zur Verbindung mit dem Kopf der Mikrometerschraube (*m*) an ihrem Ende eine hufeisenförmig gebogene, mittels Schraube (*s*) zusammenziehbare Klammer (*K*), welche dort, wo sie sich an den Kopf der Mikrometerschraube anlegt, mit dickem Filz (*f*) belegt ist.

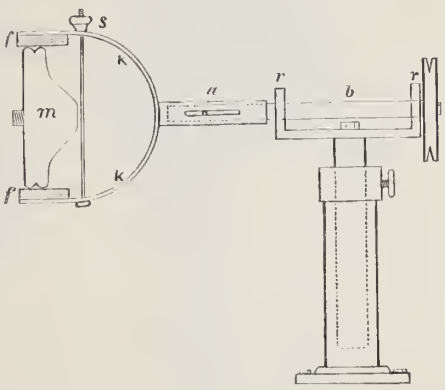


Fig. 16.

f) An den neuesten mikrophotographischen Apparaten von Zeiss greift der gezähnte Mikrometerschraubenkopf in ein zweites in Lagern laufendes kleines Zahnrad, dessen Achse mittels Hook'schen Schlüssels mit einer etwa $1\frac{1}{2}$ m langen Holzstange verbunden ist, durch deren Drehung die Einstellung besorgt wird.

g) Alle die genannten Einrichtungen zur Bewegung der Mikrometerschraube aus grösserer Entfernung können dann nicht angewandt werden, wenn das Stativ seine eventuelle Drehbarkeit um die optische Achse nicht einbüssen soll. Für diesen letzten, speciellen Fall hat Jeserich eine gewiss recht practische Einrichtung, s. Fig. 17—19, erfunden, die im Folgenden mit seinen Worten beschrieben werden soll.

„Auf das den Tubus des Mikroskopes mit der Mikrometerschraube verbindende, starke Zwischenstück wird mittels Stellschraube fest eine in zwei Achsenlagern (*X*) ruhende, horizontale Schraube ohne Ende (*S*) aufgesetzt, die an ihrem einen ausserhalb der Lager befindlichen Ende,

1) Mit Ausnahme jener Konstruktion der Mikrometerschraube, welche Seite 11 beschrieben wurde.

fest verbunden mit der Achse, eine runde Scheibe mit Rille für Schnurlauf ($R$) von ca. 5—6 cm Durchmesser trägt. Wird diese Scheibe durch Schnurlauf gedreht, so überträgt die archimedische Schraube diese Drehung auf das mit der Mikrometerschraube fest verbundene Zahnrad ($Z$) und somit auch auf die Mikrometerschraube. Durch diese Art der Uebertragung wird eine sehr leichte und feine Bewegung der Mikrometerschraube ermöglicht, und es kann diese Bewegung, ohne das Mikroskop auch nur im Geringsten zu erschüttern, vor sich gehen.

Der Schnurlauf selbst wird wie folgt von der Scheibe ($R$) fortgeführt: die endlose Schnur (Fig. 19) läuft über zwei, durch eine

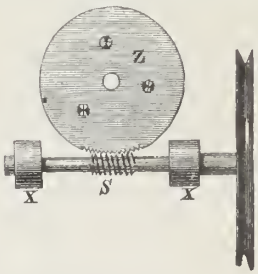



Fig. 17.

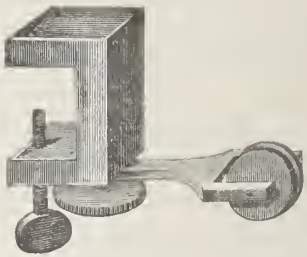


Fig. 18.

Fig. 19.

Klemmschraube an der Stirnwand der Camera verstellbare, auf einer Achse frei bewegliche Räder (siehe Fig 18) und geht dann bis zum anderen Ende der Camera, wo sie gleichfalls über eine solche Zweiradklemme läuft und durch ein kleines Gewicht ($G$) mit Rad, wie bei Regulator-Uhren üblich, stets straff gehalten wird. Das Gewicht wiegt höchstens incl. Rad 5—10 g, genügt aber vollständig zum Strammhalten des Schnurlaufes. Der Schnurlauf kann auf diese Weise stets den Bewegungen des Mikroskopes folgen und ermöglicht in allen Lagen leichtes und sicheres Einstellen von der matten Scheibe her. Die schematische Anordnung ergiebt sich aus vorstehender Figur, wo $S$ die archimedische Schraube am Mikroskop, $R$ das Rad an derselben bedeutet und $G$ das kleine straffhaltende Gewicht mit Rad ist.

Am besten wird der Schnurlauf für gewöhnliche Fälle auf der Seite des Laufbrettes am mikrophotographischen Apparat angebracht, weil er dann ohne Weiteres gleichmässig gut bei verticaler, schiefer und horizontaler Lage des Apparates functionirt."

h) Auch die von Neuhauss empfohlene Einrichtung zur Ferneinstellung wird recht gute Dienste thun. Derselbe verwendet eine spangenförmig gebogene Uhrfeder, welche sich zufolge ihrer Federkraft fest über den Kopf der Mikrometerschraube legt. In der Mitte dieser Feder entspringt ein Stift, der in eine Platte endigt, an welcher zwei Fäden befestigt sind. Von letzteren läuft einer nach rechts, der andere nach links erst zu kleinen Holzröllchen und dann parallel der optischen Achse des Instrumentariums zurück zur Einstellscheibe; dort kann durch Ziehen an der einen oder anderen Schnur die Mikrometerschraube in gewissen Grenzen gedreht werden. Zweckmässig dürfte es jedenfalls sein, die beiden Schnüre in ähnlicher Art wie bei Einrichtung *g* straff gespannt zu erhalten.

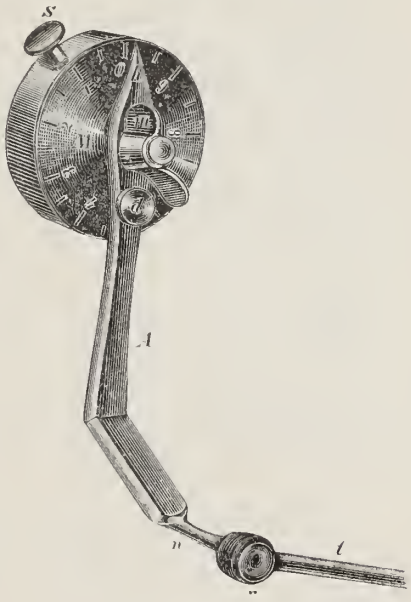


Fig. 20.

i) Zum Behufe der Ferneinstellung mittels der Zahn- und Triebbewegung des Tubus leistet mir folgende Einrichtung (s. Fig. 20) die besten Dienste. Ueber den Kopf des Triebes legt sich ein leicht darüber gehender Messingreif, welcher nach innen ähnlich wie bei Stenglein's Mikrometerferneinstellung [1]) mit einer kleinen Schraube (*s*) fixirt wird. Die Schraube greift in die an fast allen Triebköpfen an der Peripherie vorhandene Riefe. An dem Messingringe befindet sich an einer Seite angelöthet eine Messingscheibe *M*, welche an ihrem Umfange eine Theilung trägt. Im Centrum der Scheibe ragt eine Schraube heraus, welche einem Hebel *A* als Achse dient und oberhalb des Hebels eine kleine streng passende Schraubenmutter *m* trägt, welche aber nur lose angezogen ist, so dass der Hebel sich leicht

1) (3) pro 1889, S. 208.

drehen kann. Nahe der Peripherie läuft der Hebel einerseits bei *h* in eine Spitze aus, um das Ablesen seiner Stellung gegenüber der Scheibe zu erleichtern, andererseits trägt er eine kleine Druckschraube *d*, durch deren Festklemmen er sein Drehungsvermögen auf der Scheibe verliert. Das Ende *n* ist nach vorne gebogen und dient einem schwachen mit einem Ringe endenden Stäbchen oder sehr dünnem Messingrohr *t*, das bis zum Einstellenden führt, zum Ansatz. Die Schraubenmutter *r* verhindert das Herabgleiten des Ringes von *n*. Bei gelüfteter Schraube *d* bleibt der Hebel *H* beim Drehen des Triebes zufolge seiner Schwere stets in verticaler Stellung. Um den Hebel jederzeit in der der richtigen Einstellung nahezu entsprechenden Stellung fixiren zu können, braucht man sich für die einzelnen Objective (mit Ausnahme der stärksten, wo die Einstellung nur mit der Mikrometerschraube geschieht) nur ein für allemal die Stellung des Hebels gegenüber der Peripherie-Theilung zu merken, bei sehr schwachen Objectiven muss man obendrein die Anzahl der Umdrehungen des Triebes kennen, welche nöthig sind, um das betreffende Objectiv von jener Stellung, bei der seine Unterlinse das Object berührt, bis zur Stelle der richtigen Einstellung emporzuschrauben. Wenn die annähernd richtige Einstellung des Objectivs auf die beschriebene Weise erfolgte, wird die Schraube *d* festgeklemmt und es kann nun von der Visirscheibe aus durch Vor-, respective Zurückziehen der oben erwähnten leichten Stange das feinere Einstellen vorgenommen werden.

### B. Beschreibung einiger mikrophotographischer Cameras.

Es ist ungemein schwer von der äusserst grossen Zahl der in den verschiedensten Fachschriften beschriebenen mikrophotographischen Cameras eine gute und passende Auswahl zu treffen, in welcher sowohl der mit reicheren Mitteln Versehene, als auch der an beschränktere Gebundene für seine speciellen Fälle passendes findet.

Ich will nur in Kürze, ehe ich an die Beschreibung einzelner Apparate gehe, die Gesichtspunkte und Rücksichten erörtern, welche bei Ankauf einer Camera massgebend sind.

Die mikrophotographischen Cameras, wie sie gegenwärtig im Handel sind, kann man in 3 Gruppen eintheilen, nämlich in verticale, horizontale und solche Apparate, welche sich in beiden genannten Stellungen verwenden lassen.

Die verticalen Apparate eignen sich dann, wenn kein zu grosses Plattenformat und keine allzu starke Vergrösserung angestrebt

wird. Da nämlich bei grösserem Plattenformate und zur Erreichung stärkerer Vergrösserung (über 700) ein langer Balgauszug nöthig ist, müssten derartige Apparate eine sehr bedeutende Höhe haben, welche sich nur schwer mit der unbedingt nöthigen Stabilität vereinigen lässt. Derartige Apparate würden schon durch die geringste Erschütterung (z. B. das Fahren eines Wagens auf benachbarter Strasse) in Vibration gerathen, wodurch die Aufnahme misslingen müsste.

Viel leichter ist solche grosse Stabilität natürlich bei horizontalen Apparaten zu erreichen, bei welchen Vorder- und Hintertheil der Camera meist auf einem starken Holzbrette, oder auf kräftigen Holz- oder Metallschienen laufen, welches Untergestelle also leicht vollkommen stabil auf einem genügend festen Tische od. dergl. befestigt werden kann. Bei solchen Apparaten muss aber, ausser man bedient sich eines total reflectirenden Prismas[1]) (welches, abgesehen von anderen Uebelständen der Helligkeit des Bildes Eintrag thut), das Mikroskop umlegbar sein, wobei selbstredend das Präparat in eine verticale Stellung kommt, die sich aber für manche, insbesondere frische Präparate nicht eignet.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass jene mikrophotographische Camera allen Anforderungen entspricht, welche für gewöhnlich, schon wegen des viel bequemeren Arbeitens mit horizontalem Apparate, in dieser Lage anwendbar ist, jedoch im Falle des Bedarfes einer verticalen Camera auch als solche verwendet werden kann.

### I. Benutzung der photographischen Dunkelkammer selbst, an Stelle einer Camera.[2])

Woodward's von allen Sachverständigen als äusserst vollkommen bezeichnete Mikrophotogramme werden von ihm in einem eigens dazu eingerichteten photographischen Zimmer hergestellt. Letzteres hat zwei Fenster, von denen das eine mit gelben Glasscheiben, das andere mit einem hölzernen Schiebeladen versehen ist. In letzterem befindet sich eine runde Oeffnung von ca. 4 cm Durchmesser, an deren äusserem Rande ein 30 cm langer Stab befestigt ist, welcher an seinem Ende einen Planspiegel trägt. Zwei durch Haken mit

1) (1) S. 62.

2) Vergl. Norton, C. E., Am. Micr. Journ. No. 80, p. 152 (1886) und Brit. Journ. of. Phot. No. 1295, p. 130 (1885). Ferner Cockburn, Brit. Journ. of Phot. No. 1331, p. 722 (1885). Hensen, V., Festschrift für Alb. v. Kölliker zur Feier seines 70. Geburtstages, gew. von seinen Schülern. Leipzig 1887, S. 64.

dem Spiegel verbundene und durch den Fensterladen (s. Fig. 21) hindurchtretende Stahlstäbe ermöglichen die Verstellung des Spiegels in zwei Richtungen.

Ausserhalb des Fensterladens, auf dem Gesimse, befindet sich ein Heliostat, welcher, dem Gange der Sonne folgend, die reflectirten Sonnenstrahlen stets in derselben Richtung auf den Planspiegel wirft.

Im Innern des Zimmers (Fig. 21) ist ein über 3 m langer Rahmen aus Nussholz in den Fussboden eingelassen, welcher zwei Eisenschienen trägt, auf denen sich ein Gestelle auf Rollen ver-

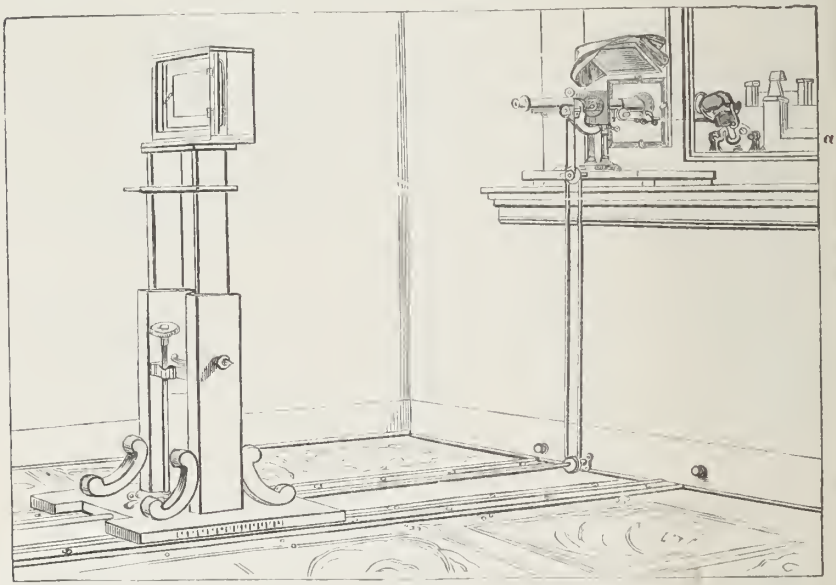


Fig. 21.

schieben lässt, welches als Träger der Einstelltafel, respective der lichtempfindlichen Platte dient. Dieses Gestelle muss durch eine passende Einrichtung (Klemmschraube) an jeder beliebigen Stelle auf den Schienen unverrückbar fixirt werden können. Das zum Umlegen eingerichtete Mikroskop ist auf einem passenden Tischchen in solcher Höhe befestigt, dass seine Blendenöffnung sich in gleicher Höhe wie das in den Fensterladen eingelassene Loch (s. o.) befindet und ist die Blendung, respective Unterseite des Objecttisches durch eine Röhre oder einen Tuchconus lichtdicht mit obigem Loche verbunden, so dass kein anderes Tages- oder Sonnenlicht in das Arbeitszimmer fällt, als das auf das zu photographirende Object auffallende. Um

aus der Ferne, während man das Bild auf der Einstelltafel prüft, bequem einstellen zu können, ist auf der rückwärtigen Seite des die Platte tragenden Gestelles eine verticale, mit einem Kopfe versehene Stange *d* (Fig. 22) angebracht, welche durch Winkelrad- (Kronrad-) Uebersetzung (*b*) mit einer horizontalen, zwischen den Schienen am Boden liegenden Stahlstange (*a*) in Verbindung steht. Natürlich muss das auf der horizontalen Stange aufsitzende Winkelrad sich wohl auf derselben verschieben, aber nicht drehen lassen. Das unter dem Mikroskope liegende Ende der horizontalen Stange trägt eine Rolle, welche durch Schnur-Transmission mit der Mikrometerschraube des Mikroskopes in Verbindung steht.[1])

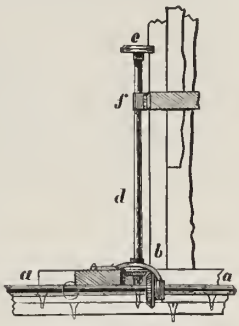


Fig. 22 Stangenwerk an Woodward's Apparat.

### 2. Eigentliche mikrophotographische Camera's.

#### a) Verticale Apparate.

Camera nach dem Systeme von Gerlach.[2])

Diese Camera, s. Fig. 23—24, ist eine einfache Holzcamera ohne Balgauszug, deren Seitenflächen auch der Leichtigkeit halber aus starkem Carton hergestellt werden können. Sie unterscheidet sich von der Gerlach'schen Camera dadurch, dass das Bodenbrett aus zwei gleich grossen, durch ein Charnier verbundenen Brettern besteht, von denen das obere das eigentliche Basalbrett der pyramidenstutzförmigen Camera bildet, während das untere, das messingene, genau centrirte Verbindungsstück mit dem Mikroskoptubus trägt. Letzteres ist, wenn die Camera auf einem Mikroskope verwendet werden soll, dessen grobe Einstellung durch Zahn und Trieb geschieht, eine federnde Messinghülse, die am oberen Tubustheile mittels einer Klemmschraube fixirt wird. Noch zweckmässiger ist es, wenn diese Camera bei einem Stative verwendet werden kann, bei dem die grobe Einstellung durch Verschieben des Tubus bewerkstelligt wird. In diesem Falle lässt man anstatt des eben erwähnten Verbindungsstückes am besten ein starkes Messingrohr von der genauen Weite des Tubus und einer Länge von etwa 16 cm im unteren Brette genau centrirt befestigen. Dasselbe muss an seinem unteren Ende

1) Natürlich könnte auch jede andere der oben beschriebenen Ferneinstellungs-Vorrichtungen verwendet werden.

2) Siehe Phot. Corresp., Jahrg. 24, pro 1887, S. 237.

das Gewinde für die betreffenden Objective tragen; falls aber solche verschiedener Firmen, d. h. mit verschiedenen Tubusgewinden zur Mikrophotographie angewendet werden sollen, ist es vortheilhaft, die einzelnen Gewinde in circa 8 cm lange, streng in das den Tubus vertretende Rohr passende Messingröhren einschneiden zu lassen, welche dann nach Bedarf in dasselbe eingeschoben werden können.

Da diese Camera vor allem zur raschen Anfertigung von Uebersichtsbildern anwendbar ist, welche dem Mikroskopiker als sehr

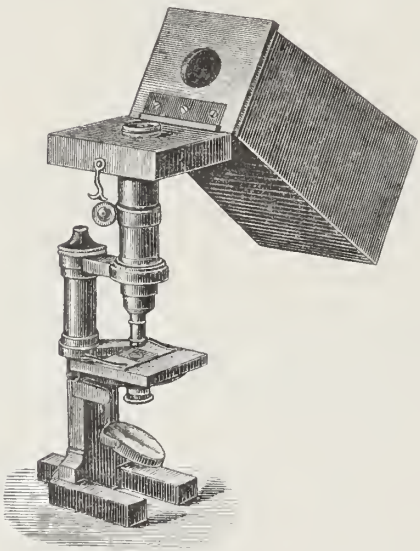


Fig 23.

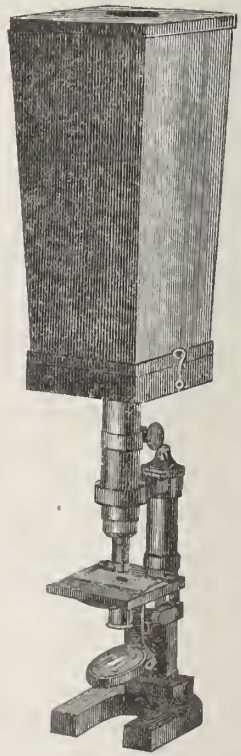


Fig. 24.

zweckmässige und genaue Grundlage zur Herstellung von Bleistiftzeichnungen oft sehr erwünscht sind, und hierbei wohl nie die Vergrösserung von 200 überschritten wird, eignen sich hierfür Cartoncassetten ganz vorzüglich. Als Plattengrösse wurde $8 \times 7$ cm gewählt, da sich diese durch Zerschneiden der im Handel befindlichen Platten vom Formate $16 \times 21$ cm in sechs Theile leicht erhalten lässt und für die oben genannten Zwecke völlig ausreichend ist. Die Visirscheibe ist ebenfalls in Carton gefasst und besteht aus einer gewöhn-

lichen Spiegeltafel, auf deren Unterseite nach Smith's Angabe ein Netz von sehr feinen Linien eingeätzt ist. Die Umlegbarkeit dieser Camera ist, besonders mit Hinsicht auf die oben beschriebenen Zeiss'schen apochromatischen Objective, respective die speciell für mikrophotographische und Projectionszwecke construirten Projectionsoculare sehr practisch, weil durch diese Einrichtung ein leichtes Einschieben und Auswechseln der Oculare möglich ist, ein Bedürfniss, das sich bisher weniger bemerkbar machte, da mit den bis jetzt gebräuchlichen Systemen meist ohne Anwendung von Ocularen photographirt wurde.

Die Abbildungen Fig. 23 und 24 zeigen die eben besprochene Camera auf einem nicht mit Zahn- und Trieb-Bewegung des Tubus versehenen Stative aufgesteckt. Um die Führungshülse des Tubus ist ein Klemmring gelegt, um das den Tubus vertretende Messingrohr in beliebiger Höhe feststellen zu können. Fig. 23 stellt die Camera im umgelegten Zustande dar, in dem man, wie erwähnt, die Oculare bequem einschieben, respective wechseln, oder auch Beobachtungen mit dem Auge behufs Aufsuchung einer passenden Stelle des Präparates vornehmen kann. Fig. 24 stellt die Camera in verticaler Stellung dar, in die man sie behufs der Einstellung und photographischen Aufnahme bringt.

Diese Camera hat neben ihrer für sehr viele Fälle practischen Verwendbarkeit ihren äusserst geringen Anschaffungspreis[1]) für sich und dürfte sich besonders für jene eignen, die ihren Zeichnungen gerne photographische Abbildungen zu Grunde legen möchten.

Die Cassetten können in Ermanglung einer Dunkelkammer bei Nacht (natürlich bei rothem Lichte) mit Platten beschickt werden und können ihres geringen Volumens und Gewichtes wegen sehr leicht mitgeführt werden, um eventuell im Institute oder dergl. exponirt und wieder am Abende nach eingetretener vollständiger Dunkelheit entwickelt zu werden.

Den Vorwurf, der den Cartoncassetten gemacht wurde[2]), „dass sie besser durch Holzcassetten zu ersetzen seien", halte ich für unbegründet, nachdem ich schon durch 6 Jahre dieselben Cartoncassetten und zwar sehr oft benutze, und sie noch heute so tauglich wie am ersten Tage sind.

---

1) Siehe Merker und Ebeling, Wien, Hernalser Gürtel, No. 2, Catalog V, No. 165.

2) Zeitschrift für wiss. Mikrosk. und mikr. Technik, Jahrg. IV, S. 230.

Derselben Ansicht scheint auch Herr H. Möller[1]) zu sein, der gelegentlich der Beschreibung einer ganz ähnlichen kleinen Camera sehr richtig betont, dass es bei einer derartigen Camera, welche vom Stative selbst getragen wird, auf möglichste Leichtigkeit derselben ankommt, da im entgegengesetzten Falle die Mikrometereinstellung leidet, ja eventuell, wenn die Feder zu schwach ist, ganz den Dienst versagt.

### Seibert's kleiner mikrophotographischer Apparat.

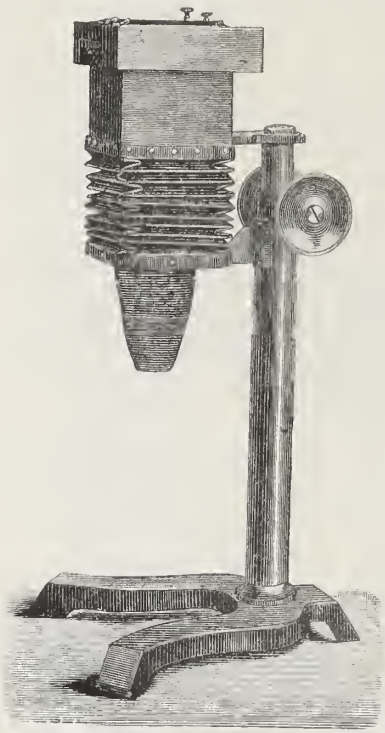


Fig. 25.
Seibert's mikrophotographischer Apparat.

Dieser Apparat besteht aus einem festen Dreifuss-Stativ, auf dessen verticaler Säule eine kleine mit kurzem Balgauszug versehene Camera befestigt ist. Die lichtdichte Verbindung mit dem zwischen den Füssen des Stativs aufzustellenden Mikroskope geschieht mit Hilfe eines Tuchconus. Da der Balgauszug dieser Camera ein kurzer ist, müssen die Aufnahmen, ausser man begnügt sich mit sehr geringer Bildgrösse, stets unter Benutzung eines Oculars gemacht werden.

### Neuer kleiner mikrophotographischer Apparat von Reichert.

Der neue kleine mikrophotographische Apparat Reichert's, s. Fig. 26, hat einen grösseren verfügbaren Balgauszug *A*, als der ältere Apparat derselben Firma. Er besteht aus einem auf vier Stellschrauben *S*, *S'*, *S''* ruhenden Gestelle, in dessen verticalen Theilen sich ein Schieber (*Sch*) auf und ab bewegen lässt, der bei *C* die Visirscheibe, respective Casette trägt und mittels der Schraube *m* in beliebiger Höhe fixirt werden kann. Das Zwischenstück *a* vermittelt mit Hilfe des Theiles *V* die lichtdichte Verbindung der Camera mit dem Mikroskope *M*.

1) Möller, Mikrophotogr. Method. Zeitschr. f. wiss. Mikr. Bd. V, S. 155.

Apparat von A. Stegomann in Berlin.

Dieser auf der Ausstellung der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Berlin exponirte Apparat (Fig. 27) dürfte sich vermöge seiner einfachen und soliden Construction gut bewähren.

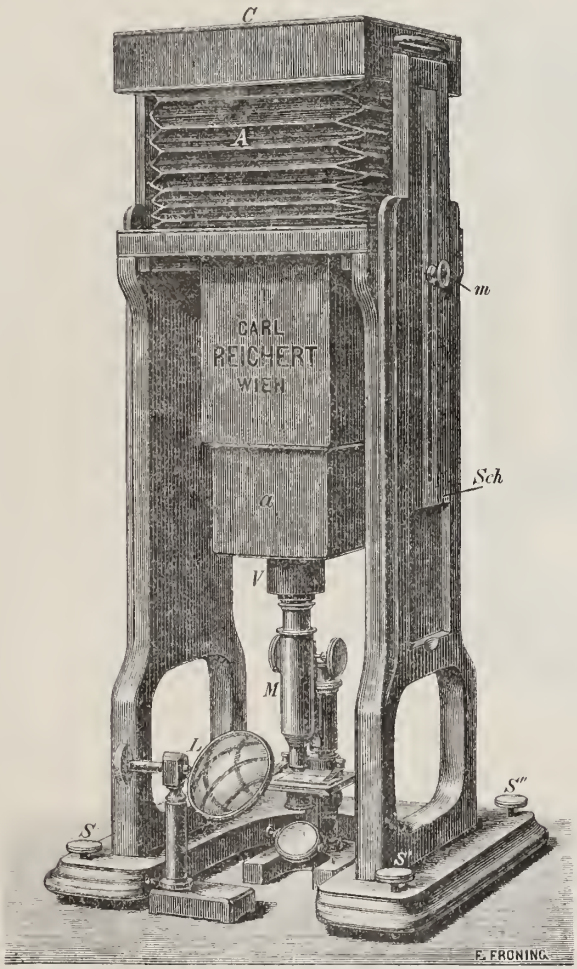



Fig. 26.

Die verticale Säule, welche die beiden Theile der Camera trägt, ist mit einem Massstabe versehen, um auf einfache Weise jederzeit die Entfernung der Visirscheibe vom Objectiv ablesen zu können. Dieser Apparat wurde mit speciellem Hinblick auf die Herstellung nicht, oder wenig vergrösster Aufnahmen von Bacterien-Gelatineculturen

und -Präparaten gebaut[1]), letztere werden zu diesem Behufe auf eine zwischen die beiden Arme des Gusseisenstatives passende Glasplatte gelegt. Selbstverständlich kann jedoch dieser Apparat auch zu allen eigentlichen mikrophotographischen Aufnahmen mit bestem Erfolge verwendet werden, wobei es zweckmässig sein dürfte, das Mikroskop auf eine, die oben erwähnte Glasplatte vertretende, Metallplatte zu stellen und darauf mittels einer Klemmschraube zu befestigen. Besondere Berücksichtigung empfiehlt Stenglein (l. c. S. 16) bei diesem Apparate der Einrichtung des Objectivbrettes. Der untere Theil der Camera stellt nämlich ein Kästchen dar, dessen Basis das Objectivbrett bildet, über welchem sich aber noch ein Schubfach befindet, in dem eine Cüvette Platz findet, die mit einer als Lichtfilter dienenden Flüssigkeit gefüllt werden kann. Diese Anordnung soll darum zweckmässig sein, weil man durch dieselbe sicher ist, dass nur Lichtstrahlen, welche das Lichtfilter passirt haben, auf die lichtempfindliche Platte fallen können; andererseits jedoch entbehrt man hierdurch den Vortheil, die Intensität der Wirkung des Lichtfilters auf so einfache Weise reguliren zu können, als dies bei der Einschaltung der Cüvette zwischen Sammellinse und Object der Fall ist.

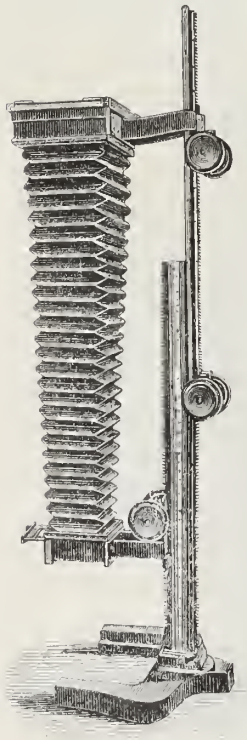


Fig. 27.

Ob ferner die Einschaltung des Lichtfilters in den Weg der das Bild erzeugenden Lichtstrahlen nicht vermöge verschiedener Brechung der einzelnen Strahlen etc. zu Störungen Anlass giebt, scheint mir nicht ausgeschlossen.

### b) Horizontale Apparate.

#### Kleiner mikrophotographischer Apparat nach Francotte, hergestellt von C. Zeiss.

Derselbe, Fig. 28, ist eine horizontale Camera *K* mit 60 cm Balglänge, auf einem starken Holzbrette verschiebbar, das Mikroskop steht auf einem auf 3 Stellschrauben montirten Metalluntersatze *B*.

1) Natürlich sind derartige Aufnahmen mit jedem anderen vollkommenen, vertical verwendbaren Apparat ebenso gut möglich.

*G* ist ein verstellbarer Planspiegel, *M* der Zeiss'sche Objectivwechsler (s. S. 15). Es werden 2 Cassetten 18×18 cm und 2 Einstellscheiben, eine matte und eine Diamantkreuzplatte, beigegeben.

Diese Camera ist wegen ihrer zweckmässigen und soliden Construction für die meisten jener mikrophotographischen Arbeiten, welche mit horizontaler Camera gemacht werden können, vollkommen ausreichend; dagegen wird derjenige, der die stärksten erreichbaren Vergrösserungen anstrebt, oder gelegentlich Aufnahmen von Präparaten zu machen hat, die keine Verticalstellung zulassen, zu einem der unter c angeführten Apparate greifen müssen.

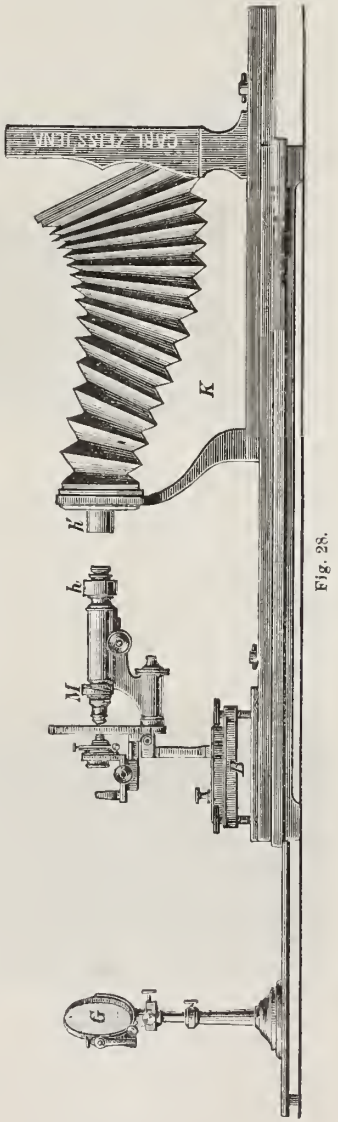


Fig. 28.

Wenngleich wir wahrlich nicht nöthig haben, uns nach auswärts zu wenden, um einen guten mikrophotographischen Apparat zu erhalten, möchte ich doch nicht unterlassen, wenigstens einen der vielen in englischen und amerikanischen Zeitschriften beschriebenen Apparate vorzuführen.

### G. W. Rafter's mikrophotographischer Apparat.[1])

Dieser Apparat, s. Fig. 29 und 30, wurde vom Erfinder mit besonderer Rücksicht auf practische Anwendbarkeit des Amplifiers construirt, und unterscheidet sich nebstdem von den übrigen mikrophotographischen Apparaten dadurch, dass kein eigentliches Mikroskopstativ verwendet wird. *A* in Fig. 30 ist der Objecttisch, *B* ist ein Ansatzstück, welches das Objectiv und einen darüber passenden beweglichen Ring trägt, auf dem der Tubus *C* befestigt ist. Letzterer wird von einer beweglichen Säule (s. Fig. 29) gestützt. Innerhalb des

1) G. W. Rafter, On the use of Amplifier, with observations on the theory and practice of Photomicrography. Rochester, Odontogr. Journ. VIII, 1887, S. 110.

Tubus *C* ist ein zweiter Tubus vorhanden, welcher leicht vor- und rückwärts bewegt werden kann, und welcher an dem inneren Ende ein total reflectirendes Prisma trägt. Im Ocular dieses Tubus befindet sich ein Fadenkreuz, welches mit den gekreuzten Linien der Visirscheibe übereinstimmt, wodurch das Centriren des Objectes erleichtert wird. *F* ist ein verstellbarer Tubus, der in sich einen zweiten verschiebbaren Tubus trägt, der auf der inneren Seite zur Aufnahme der Am-

Fig. 29.

plifierlinse eingerichtet ist; das Ganze kann mittels des Triebes *E* vor- und rückwärts bewegt werden. Der Trieb besitzt auch ein Scheibchen mit Rinne zur Aufnahme einer Schnur, um beim Einstellen den Amplifier von der Ferne verschieben zu können. Der innere Tubus ist auch mit einer Gradtheilung versehen, um die richtige Stellung für verschiedene Balglängen von vornherein feststellen zu können. Wenn mittels des Amplifiers gearbeitet werden soll, wird das Object durch Beobachten mittels des Tubus *C* eingestellt und dann die Lichtbahn in die Camera durch Zurückziehen des Prismas frei gemacht; nun begiebt man sich zur Visirscheibe und trachtet, durch blosses Verschieben des Amplifiers (s. S. 31) nach vor- und rückwärts, welches, wie erwähnt, mittels einer über die Rolle bei *E* laufenden Schnur geschieht, die grösstmöglichste Schärfe zu erreichen.

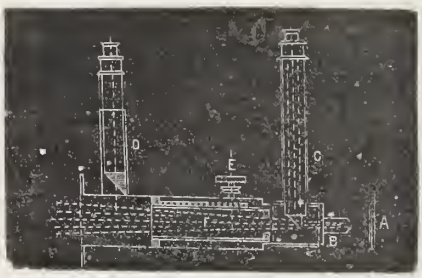



Fig. 30.

Wenn mit schwachen Vergrösserungen gearbeitet wird, was meist ohne Amplifier geschieht, wird der Tubus *C* sammt dem Ansatzstück *B* abgenommen, was sehr rasch geschehen ist, dann zieht man den inneren Tubus *F* vorwärts und schraubt dort, wo die Amplifierlinse eingeschraubt war, anstatt derselben das betreffende Objectiv

an. Jetzt tritt der zweite Tubus *D*, an Stelle des Tubus *C*, sowohl zum Beobachten als zum Centriren des Objectes in Verwendung. Zum groben Einstellen dient die mehrfach erwähnte Schnur, zum feinen die in der Fig. 30 ersichtliche Einrichtung. Die Camera selbst ist eine aus mehreren Balgtheilen zusammengesetzte Camera mit 8 Fuss Auszugslänge und einer Plattengrösse von $6^1/_2 \times 8^1/_2$ Zoll.

Wenngleich ich in deutschen Zeitschriften schon des öfteren eine Verurtheilung des bei obigem Apparate verwendeten zweiten Tubus gefunden habe und, nach Ausspruch der betreffenden Fachmänner, derselbe nur für Momentmikrophotographie von Nutzen sein soll, möchte ich bemerken, dass ich nicht dieser Ansicht bin. Ich gestehe vielmehr, dass es bei dem Einstellen respective Aufsuchen der günstigsten Stelle eines Präparates bei den meisten Apparaten (mit Ausnahme von Zeiss' grosser Camera) viel bequemer ist, diese Manipulation durch einen zweiten, seitlichen Tubus vorzunehmen, als die Verbindung mit der Camera zu lösen und dann diese Arbeit in oft nicht allzu bequemer Stellung vornehmen zu müssen.

Aus diesem Grunde wird auch weiter unten ein kleiner Apparat beschrieben, welcher an jedem Mikroskope leicht anwendbar ist und ein Beobachten in beliebigen, auf der optischen Achse des Tubus senkrechten, Richtungen ermöglicht. Reichert, s. u., stattet, ähnlich wie Rafter, sein mikrophotographisches Stativ schon von vornherein mit einer Vorrichtung zum seitlichen Beobachten aus.

Hier schliessen sich die grossen mikrophotographischen Apparate der Firmen Seibert, Reichert, Leitz, Nachet u. A. an, welche sämmtlich horizontale Cameras sind, denen eine mehr oder minder vollkommene Beleuchtungsvorrichtung beigegeben ist.

Welche besonderen Vorzüge und Nachtheile die einzelnen Apparate haben, geht aus dem hierüber im Allgemeinen über Camera, Einstellübertragung etc. (s. S. 34 und 41) Gesagten hervor. Ich lasse hier eine kurze Beschreibung und Abbildung von Reichert's und Seibert's Apparat folgen.

### Grosser mikrophotographischer Apparat von Reichert.

Dieser Apparat, s. Fig. 31, ist auf einem polirten Basalbrett montirt; das Mikroskopstativ steht auf einer gusseisernen, auf vier Stellschrauben *rr'* ruhenden Platte *m*, welche auf einer verschiebbaren Basis aufgestellt wird. An der Gusseisenplatte *m* befindet sich der Hook'sche Schlüssel, mit welchem die Ferneinstellung durch Ver-

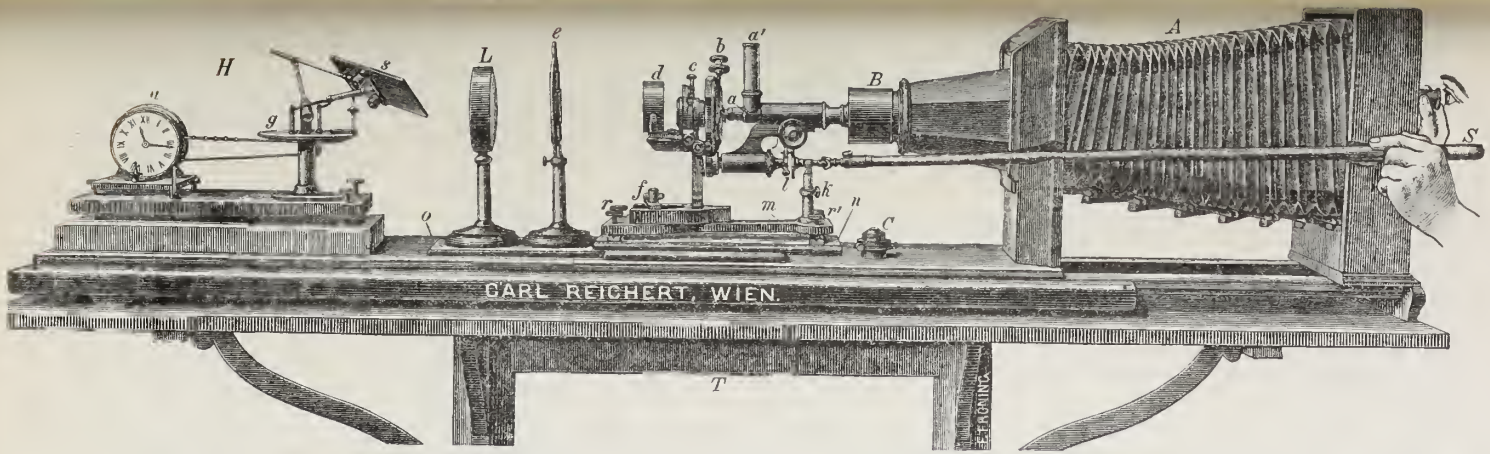



Fig. 31.

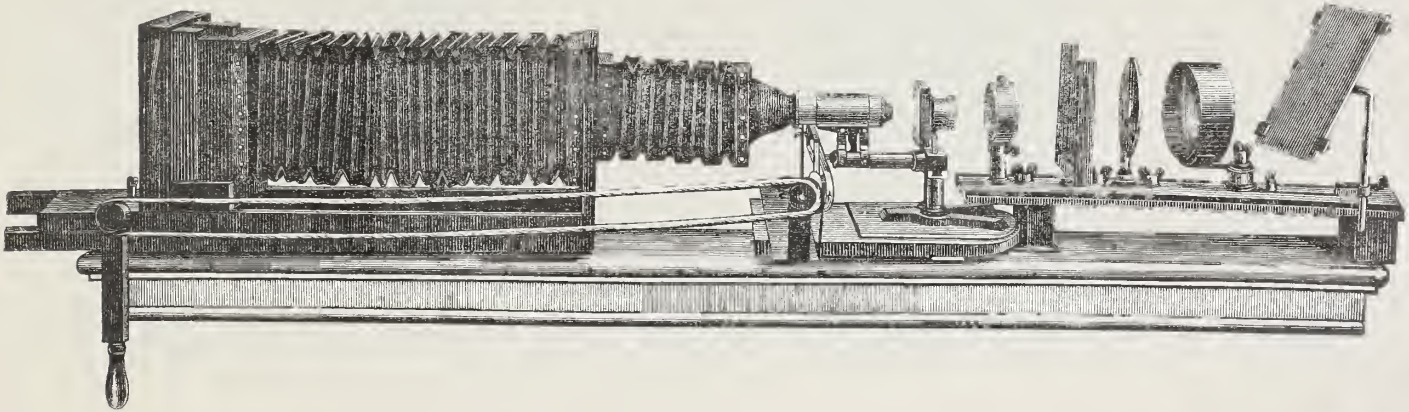


Fig. 32.

mittlung des Stabes *S* vorgenommen wird. Der Hook'sche Schlüssel selbst ist mit einer einfachen „Mitnehmer-Vorrichtung *l*" versehen.

Dort wo in der Figur der Johnston'sche Heliostat *H* gezeichnet ist, können auch andere, der Beleuchtung dienende Apparate etc. aufgestellt werden. In der Figur bedeutet ferner *L* die Beleuchtungslinse, *e* den Blendenträger, *f* die Flügelschraube zum Feststellen des Hufeisenstatives, *d* die Cüvette, *c* und *C* Condensorsystem oder Blende, *b* die Schrauben zum Bewegen des Objectes in zwei auf einander senkrechten Richtungen, *K* Schraube zum Höher- und Tieferstellen des Hook'schen Schlüssels, *B* das Verbindungsstück mit dem Mikroskop, *A* den Balg der Camera. Besonders bemerkenswerth ist die bei *a'* angebrachte Einrichtung mit rechtwinkeligem Prisma, welche ein seitliches Beobachten gestattet, und folglich den weiter unten beschriebenen, demselben Zwecke dienenden kleinen Apparat vertritt.

Reichert liefert seinen Apparat auf Wunsch auch auf zwei getrennten Stativen, von denen das eine Mikroskop und Beleuchtungsinstrumentarium, das andere die Camera trägt.

#### Seibert's horizontaler mikrophotographischer Apparat.

Seibert's horizontaler mikrophotographischer Apparat, s. Fig. 32, besitzt einen Balg, der bis auf zwei Meter Länge ausziehbar ist; die Plattengrösse ist 28×34 cm. Die Ferneinstellung geschieht mittels einer doppelten Transmission.

### c) Horizontal und vertical verwendbare Apparate.

So wie wir bei Besprechung des Stativs zuerst das bis heute als vollkommenste geltende Zeiss'sche Stativ kennen lernten, um an demselben alle jene Eigenschaften zu erörtern, welche es für unseren speciellen Zweck besonders geeignet machen, wollen wir auch hier die vollkommenste Camera aus gleichen Ursachen vorausschicken.

#### Grosser mikrophotographischer Apparat von C. Zeiss.

Zeiss hat an seinem Apparate die beiden wesentlichsten Theile eines jeden mikrophotographischen Apparates, nämlich Mikroskop und Camera, auf zwei separaten Tischchen untergebracht. Er that dies einestheils, um zu ermöglichen, dass alle Manipulationen am Mikroskope, speciell das Aufsuchen einer passenden Stelle des Präparates und die Anordnung der Beleuchtung in möglichster Ruhe und Bequemlichkeit vor dem Mikroskope sitzend ausgeführt werden können (was bei anderen Apparaten meist nicht der Fall ist), anderentheils,

um den Apparat ohne Mitbenutzung der Camera als Projections-Apparat verwenden zu können. Vermöge der Beweglichkeit der Camera auf Schienen ist die Vereinigung der beiden Theile zu einem Ganzen sehr leicht auszuführen. Die eben erwähnten beiden Theile sind:

I. Das Stativ mit Mikroskopirtisch und optischer Bank.

Das Mikroskop-Stativ findet bei diesem Apparate, s. Fig. 33–36, seine Aufstellung auf einem auf solider eiserner Säule montirten, in der Höhe verstellbaren Mikroskopirtisch. Derselbe besitzt eine schwarze und mit Holzrändern versehene Tischplatte, an deren einem der Camera zugekehrten Ende das Stativ, auf einer mit drei Schrauben justirbaren Metallunterlage aufgeschraubt, zu stehen kommt, an deren anderem Ende eine Einrichtung (*C*) zur Anbringung einer elektrischen Bogenlampe befestigt ist und auf deren Mitte, den ganzen Zwischenraum zwischen Stativ und elektrischer Lampe durchlaufend, eine sogen. optische Bank (*D*) angeschraubt ist. Letztere, aus zwei starken Metallschienen bestehend, ist bestimmt, die folgenden Nebenapparate für die Beleuchtung zu tragen:

1. Für die Benutzung von Sonnenlicht.
   a) Zwei Blendungsträger, vertical durch Zahn und Trieb verschiebbar und so eingerichtet, dass sie einerseits schnell auf die Seite umgelegt werden können, andererseits beim Aufklappen in Folge eines Anschlags genau in ihre alte Stellung zurückkehren; zugleich als Ständer für die matte Scheibe zu benutzen, welche bei schwacher Vergrösserung als Lichtquelle dient. Fig. 34, *E* und *F*.
   b) Ein Plan-Spiegel mit grober und feiner Einstellung in der verticalen wie in der horizontalen Achse; in der Höhe verstellbar und fixirbar. Fig. 35, *G*.
   c) Ein Cüvettenständer, vertical beweglich durch Zahn und Trieb, zur Aufnahme von zwei Cüvetten für Lichtfilter. Fig. 34, *H*.
2. Für die Benutzung der elektrischen Bogenlampe.
   a) Zwei Blendungsträger wie oben. Fig. 34, *E*, *F*.
   b) Ein Cüvettenständer wie oben. Fig. 34, *H*.
   c) Eine Wasserkammer mit Spiegelglaswänden zur Absorption der Wärmestrahlen, in der Höhe durch Zahn und Trieb verstellbar. Fig. 34, *T*.
   d) Ein Sammellinsensystem, bestehend aus drei zur möglichst vollkommenen Ausnutzung der Lichtquelle construirten Crown-Glas-Linsen von 125 mm Durchmesser. Die Brenn-

weite dieses Linsensystemes ist so berechnet, dass das Bild der Lichtquelle in die Objectebene des Mikroskopstativs projicirt wird. Dieselben sind verschiebbar in eine innen geschwärzte Messingröhre (*L*) gefasst, welche mit Zahn und

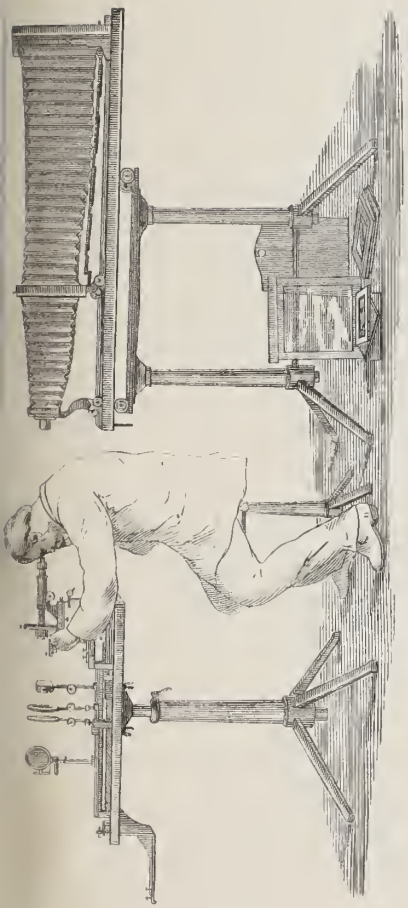


Fig. 33.

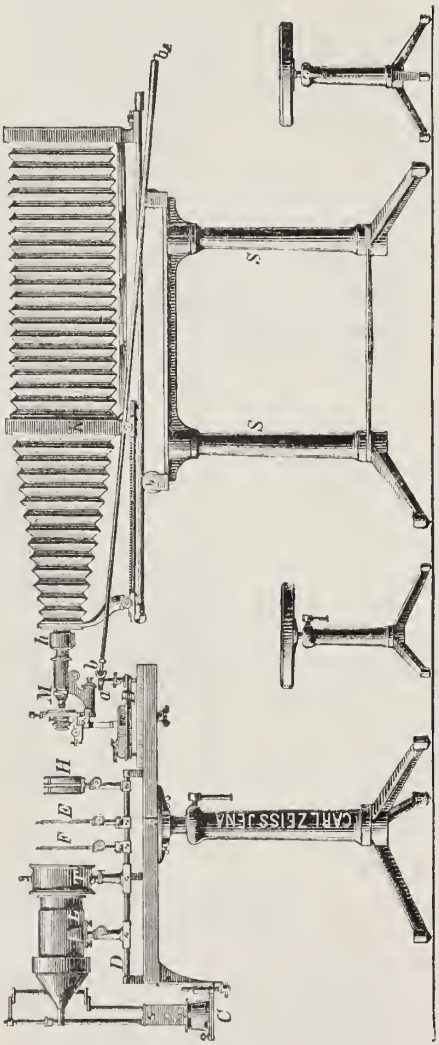



Fig. 34.

Trieb vertical beweglich auf einem Metallfusse auf der optischen Bank dicht an der elektrischen Lampe zu stehen kommt.

3. Für die Benutzung von Lampen- oder Magnesiumlicht. Die vorige Einrichtung ausser der Kühlkammer.

An dem Cameraende des auf drei Schrauben stehenden Metalluntersatzes für das Mikroskopstativ befindet sich eine nach Belieben ein- und ausschaltbare Einrichtung, welche die von der Camera aus geschehende Bewegung eines Hook'schen Schlüssels *b* durch ein entsprechendes Zahnrad *a* auf die gleichfalls mit Zähnen versehene Mikrometerschraube des Mikroskopstativs zu übertragen bestimmt ist. (S. S. 43.)

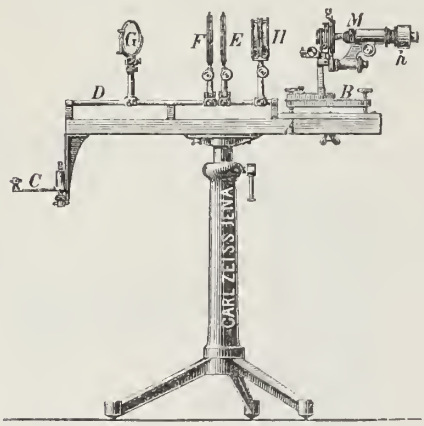



Fig. 35.

Endlich trägt der Tubus eine leicht aufsteckbare doppelte Hülse *h*, in deren Zwischenraum, wie unten beschrieben, ein entsprechendes am Mikroskopende

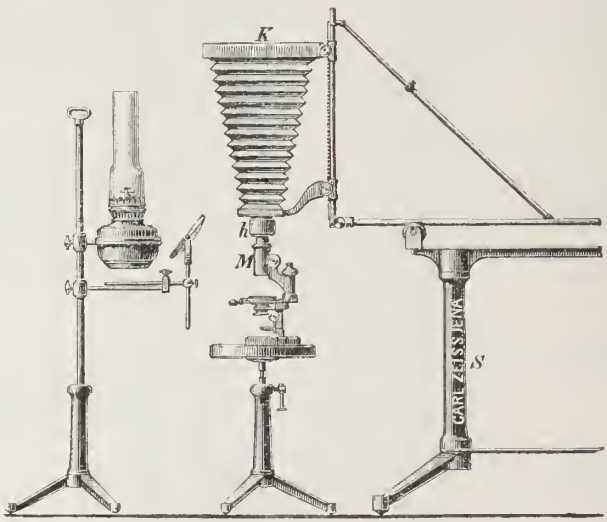



Fig. 36.

der Camera angebrachtes Hülsenstück sich bei Heranrollen der Camera einschiebt und so den lichtdichten Abschluss zwischen Mikroskop und Camera bewirkt, ohne dass die letztere das Mikroskop berührt.

### II. Die Camera für Mikrophotographie mit Gestell und Zubehör.

Wie schon oben bemerkt, ist diese getrennt vom Mikroskop, und zwar ebenfalls auf einem leichten aber soliden Gusseisenstativ *S* mit

Eisenschienen montirt, auf welchem sie sich mittels Rollen sanft und geräuschlos bewegen lässt. Die Gesammtlänge des Camerabalges ist $1^1/_2$ m und gestattet der letztere durch Verkürzung die Anwendung jeder geringeren Bilddistanz. Der Wunsch, den Apparat zugleich für Aufnahmen von flüssigen Präparaten (Reinculturen etc.) einzurichten, hat zu einer Theilung der Camera in zwei Hälften geführt, deren eine (Mikroskophälfte) sich aufklappen und sowohl in senkrechter als in jeder schiefen Stellung fixiren lässt. Die Bewegung der Bildebene *K* erfolgt bei diesem Theil durch starke Trieb- und Zahnstange (s. Fig. 36), auf welcher letzteren sich auch das Mikroskopende der Camera bewegen lässt. Dieses trägt, wie oben erwähnt, die zum Lichtabschluss nöthige Hülse, welche aber, auf einem rasch entfernbaren Brettchen aufgeschraubt, leicht mit einem gewöhnlichen photographischen Objectiv (Aplanat) vertauscht werden kann, was die Camera zur Vornahme gewöhnlicher photographischer Aufnahmen geeignet macht.

Beide Hälften der Camera sind für Cassetten von $24 \times 24$ cm Bildgrösse eingerichtet, von denen jedem Apparat zwei Stück beigegeben werden. Selbstverständlich lassen diese Cassetten sich durch Einlage von Rahmen für Platten von beliebiger geringerer Grösse verwenden.

Zwei Einstellplatten, von denen die eine mattgeschliffen, für oberflächliche Orientirung über das Bild, die andere, durchsichtig und auf der Mikroskopseite mit Diamantstichkreuz versehen, für feine Einstellung des Bildes mittels einer auf letzteres focussirten Einstellupe dient, vervollständigen die Einrichtung. Auf Wunsch wird noch eine dritte Cassette beigegeben, deren eigenartige Form gestattet, behufs Eruirung der besten Expositionszeit eine grössere Anzahl von Aufnahmen neben einander auf einer einzigen Platte auszuführen (s. S. 40).

### Von M. Stenglein verbesserter Israel'scher Apparat.[1])

In den Haupttheilen mit dem vom Privatdocenten Dr. O. Israel construirten Apparate völlig übereinstimmend, hat dieser Apparat, s. Fig. 37, gegenüber jenem den Vortheil, dass alle zur Beleuchtung nöthigen Nebenapparate mit der Camera in fixer Verbindung sind und somit einfacher gehandhabt werden können, als dies bei dem Israel'schen Apparate der Fall ist; auch eine Scala zur leichten Ablesung der Entfernung der Visirscheibe vom Tubus (Objectiv oder Ocular) ist am Apparate angebracht.

1) Bei Schippang & Co., Berlin S., Prinzenstrasse 24.

Dieser Apparat ist dazu eingerichtet, Negative unter den verschiedensten Bedingungen herzustellen, speciell aber scheint er geeignet, ungefärbte, frische, in flüssigen Medien befindliche mikroskopische Präparate, die in horizontaler Lage erhalten werden müssen, zu photographiren.

Der Apparat ist in horizontaler und in verticaler Lage verwendbar. Er besteht aus drei Theilen, nämlich der photographischen Camera *K*, einer Art Mikroskop und einer 66 cm langen optischen Bank. Bei Verwendung in horizontaler Lage wird das eiserne Laufbrett, auf dem sich der Apparat befindet, auf einem entsprechenden Tische befestigt; für die verticale Stellung kommt ein eigens zu diesem Zweck construirtes, auf Rollen laufendes, dreifüssiges eisernes Stativ in Anwendung, welches durch drei Fussschrauben *F* befestigt werden kann, so dass bei der grössten Bequemlichkeit der Handhabung dennoch die vollkommenste Stabilität gesichert ist.

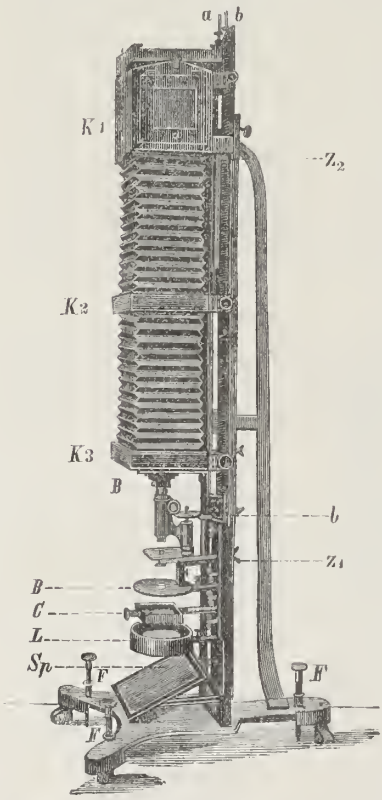


Fig. 37.

An Stelle eines vollständigen Mikroskop-Stativs findet hier nur der obere Theil eines solchen Verwendung und ist derselbe passend adjustirt auf der optischen Bank verschiebbar. Zum Behufe der Einstellübertragung ist der Kopf der Mikrometerschraube gezähnt, und es greifen diese Zähne in ein zweites Zahnrad, an dem der Einstellschlüssel *bb* befestigt ist. Dieser Schlüssel wird gebildet durch eine zur Verhütung des Verbiegens hinreichend stark gearbeitete Stahlstange, die bis zum oberen Ende der Camera reicht und daselbst mit einem Knopfe versehen ist. Durch die Ungleichheit dieser Zahnräder ist die Einstellung mittels des Schlüssels eine empfindlichere als bei direkter Handhabung der Mikrometerschraube.

Der lichtdichte Verschluss zwischen Camera und Mikroskop wird durch einen kleinen, am untern Ende der Camera befestigten Lederbalg *B* hergestellt, welcher mittels eines doppelten Ringes genau in

den Tubus des Mikroskops eingreift, und ohne jede Kraftanstrengung oder Erschütterung auf diesen aufgesetzt werden kann.

Die Camera besteht aus drei Mahagoniholzkästen $K_1$, $K_2$ und $K_3$, die durch zwei Lederbälge mit einander verbunden sind. Die Auszuglänge der Bälge beträgt einen Meter. Am hinteren, respective oberen Ende der Camera befindet sich die Visirscheibe, welche um eine auf der Achse der Camera senkrecht stehende und diese schneidende Achse beweglich ist.

Die Camera ist auf einem eisernen Laufbrett montirt, auf dem sie sich in Zahnschienen nach Belieben verstellen lässt. Am obern Ende dieses Laufbrettes, unmittelbar neben der Visirscheibe, ist eine Schraubenspindel *a* angebracht, mit welcher die ausgezogene Camera in der gewünschten Stellung unverrückbar festgehalten werden kann, damit sie sich bei verticaler Stellung des Apparates durch die eigene Schwere nicht verschiebe. Diese Spindel befindet sich dicht neben dem Knopfe des Einstellschlüssels.

Die optische Bank enthält einen Planspiegel *Sp*, eine Beleuchtungslinse *L*, eine Cüvette *C* und eine Blende *B*. Um das Mikroskop und die Beleuchtungslinse genau centriren zu können, sind diese beiden Theile nicht bloss in den Schienen des Laufbrettes verschiebbar, sondern sie sind mit einer Schlittenvorrichtung versehen, welche auch eine seitliche Verschiebung gestattet.

Die Plattengrösse des Apparates ist $15 \times 15$ cm; Visirscheiben werden zwei beigegeben, nämlich eine Mattscheibe und eine Diamantkreuzplatte.

### Verbesserter Apparat von Nachet.[1])

Dieser Apparat, s. Fig. 38 und 39, unterscheidet sich von dem von Nachet construirten hauptsächlich durch einen Balgauszug der Camera und durch eine optische Bank.

Die beiden Theile der Camera laufen auf zwei zum Schutze vor dem Verziehen aus mehreren passend übereinander geleimten Holzlamellen bestehenden Führungsleisten. Unter den messingenen Druckschrauben, mittels welcher die Cameratheile auf diesen Führungsleisten fixirt werden, sind ca. 5 cm breite und 8 cm lange elastische Stahlplatten eingelassen, damit der Druck auf eine grössere Fläche gleichmässig vertheilt werde. Auf den beiden Führungsleisten selbst ist eine Centimetertheilung angebracht, um an derselben die Länge des Balgauszuges leicht ablesen zu können; beide Leisten sind zwischen

1) Phot. Corresp., 1887, S. 237. Bei Merker & Ebeling in Wien erhältlich.

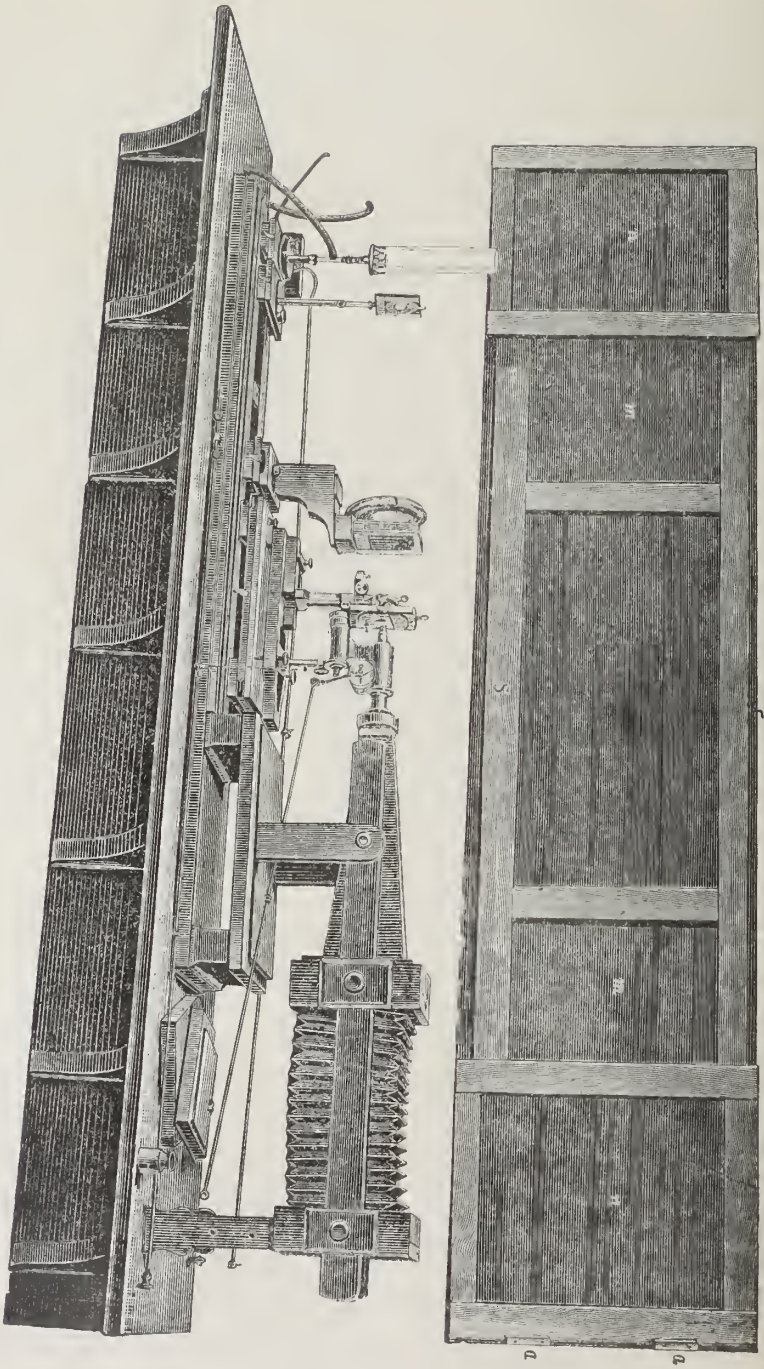


Fig. 3.

je zwei im Basalbrett der Camera eingelassenen Leisten um eine aus Flügelschrauben gebildete Achse drehbar; durch Anziehen der Flügelmuttern können die Führungsleisten und mit ihnen die Camera in jeder beliebigen Lage von der Horizontalen bis zur Verticalen festgestellt werden. Im Basalbrett der Camera ist ein Brett schlittenartig verschiebbar; es dient dazu, um das auf 3 Stellschrauben ruhende Tischchen zu tragen, auf welchem das Mikroskop bei Aufnahmen mit verticaler Camera postirt wird.

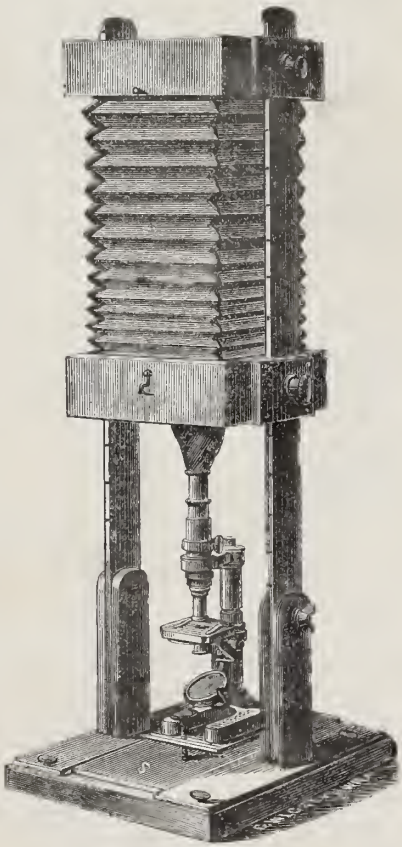


Fig. 39.

Die eben beschriebene Camera wird auf dem einen Ende eines $1^1/_2$ m langen Brettes aus hartem Holze aufgesetzt; der nicht vom Basalbrett der Camera eingenommene Theil dieses Brettes trägt zwei 1 m lange, durch Verbindungsbrücken verbundene, somit in einem Stück gegossene Eisenschienen von passendem Querschnitt; die drei oberen Flächen sind gehobelt und dienen als Führung für ebenfalls gusseiserne in den Laufflächen gehobelte (ca. 5 cm breite) Reiter. Die letzteren tragen nun die einzelnen Theile, welche auf dieser optischen Bank verschiebbar sein sollen; zwei solche Reiter sind, einer am vorderen, einer am hinteren Theil des das Centrirgestelle des Mikroskopes tragenden Brettes befestigt, in gleicher Weise tragen zwei Reiter das Brett, auf welchem die Lichtquelle (Zirkonlichtlampe, Gasbrenner etc.) oder ein verstellbarer Planspiegel postirt werden können. Sammellinse, Blendungs- und Cüvettenträger sind dagegen je auf einem einzigen Reiter angebracht.

Die Einrichtung für das Centriren des Statives ist ähnlich wie bei Zeiss' Apparat; alle auf der optischen Bank gleitenden Theile sind derartig montirt, dass sie bequem in einer auf der Richtung der optischen Bank senkrechten Richtung zum Zwecke der genauen Centrirung verschiebbar sind und an beliebiger Stelle mittels Klemm-

schraube fixirt werden können. Die lichtdichte Verbindung der Camera mit dem Mikroskope kann in irgend einer der beschriebenen Methoden vermittelt werden; recht zweckmässig ist auch die nachstehend abgebildete Vorrichtung. (Fig. 40.) Das conische am Objectivbrettchen befestigte Ansatzstück *n* endet mit einer etwa 5 cm weiten Oeffnung, in derselben steckt, darin leicht gleitend, eine etwa 10 cm lange Röhre (*r*), welche zur vollständig lichtdichten Verbindung mit einem Tuchconus *t* überkleidet ist, der sowohl an der Röhre *r* als am Vorbau *n* befestigt ist. Die Röhre *r* kann leicht in die nach Zeiss' System am Tubus aufgesteckte doppelte Hülse eingeschoben werden. Auch ein am Objectivbrettchen befestigter Tuchconus *t*, Fig. 41, der mit Hilfe einer Spiralfeder *s* gespannt erhalten wird und vorne eine Röhre *r* trägt,

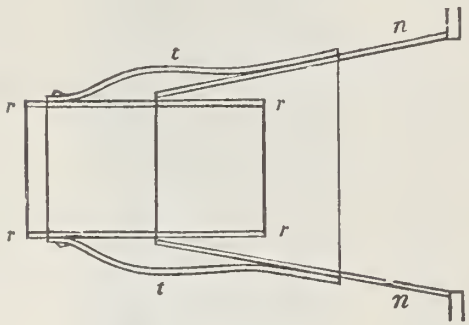



Fig. 40.

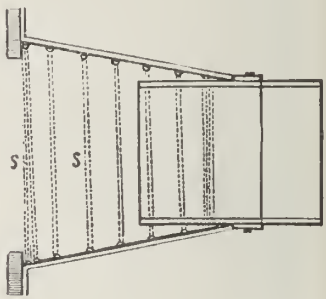



Fig. 41.

ist als Verbindungsstück practisch. Auch die Einstellübertragung kann in einer der bekannten, oben besprochenen Methoden hergestellt werden; bei verticaler Camera ist eine Einstellübertragung überflüssig, da die verwendbare Balglänge in dieser Stellung nur 50—60 cm beträgt.

In horizontaler Stellung hat die Camera bei Verwendung eines der soeben beschriebenen lichtdichten Verbindungsstücke eine verfügliche Balglänge von ca. 100 cm, die durch Auswechseln des gewöhnlichen Objectivbrettchens gegen ein einen pyramidenstutzförmigen Vorbau (s. Fig. 38) tragendes bedeutend gesteigert werden kann. Als Plattengrösse möchte ich das Format $13 \times 18$ cm empfehlen, da man mit demselben wohl jederzeit vollkommen ausreichen wird; das seinerzeit (s. o.) empfohlene Format $12 \times 16$ genügt wohl für die allermeisten Fälle, doch kann möglicherweise bei den immer steigenden Anforderungen das eine oder andere Mal ein etwas grösseres Format erwünscht sein; es gilt dies besonders für Uebersichtsaufnahmen bei sehr schwachen Vergrösserungen.

Hinsichtlich der Verwendung dieses Apparates wäre noch zu bemerken, dass bei Anwendung von horizontaler oder verticaler Camera das Mikroskop auf dem auf Stellschrauben stehenden Gusseisenrahmen fixirt wird; dieser Rahmen wird bei horizontaler Camera auf das betreffende Doppelbrettchen (s. S. 41) der optischen Bank aufgesetzt, bei verticaler Camera kann, wenn die optische Bank verwendet werden soll, wie dies bei Anwendung von Sonnenlicht oder künstlichem Licht der Fall sein wird, dieser Gusseisenrahmen auf ein am oben erwähnten Schlittenbrett des Camera-Basalbrettes aufzusetzendes Tischchen gestellt werden. Hierdurch kommt der Spiegel des Mikroskopes in die Höhe der optischen Achse des ganzen Beleuchtungs-Instrumentariums zu stehen, was sehr bequem ist, da dann alle Theile schon centrirt sind und man bloss durch passende Spiegelstellung das Licht in das Mikroskop zu dirigiren braucht.

Soll der Apparat in verticaler Stellung unter Benutzung von diffusem Tageslicht verwendet werden, so kann der Gusseisenrahmen sammt Mikroskop direct auf die im Schlitten eingelassenen, mit Riefen versehenen Messingplättchen (s. Fig. 14) gestellt werden, wodurch gegenüber der Aufstellung auf dem oben erwähnten Tischchen die verfügliche Auszugslänge des Balges etwas vergrössert ist; die Camera kann dann von der optischen Bank abgehoben (s. Fig. 39) und an beliebiger Stelle, z. B. nahe einem Fenster placirt werden.

Schliesslich möchte ich noch erwähnen, dass der in Fig. 38 oberhalb des Apparates ersichtliche Rahmen als zweckmässiger Verschluss einer Camera dient, die beiden den Ober- und Vordertheil bildenden Rahmen legen sich beim Aufklappen an einander, so dass an der Figur nur der Vordertheil *m* zu sehen ist, die beiden Seitentheile *n* sind mittels Charnieren *a* an vorspringenden Leisten des Obertheiles befestigt und lassen sich derart ebenfalls an der Wand zurückklappen, dass der ganze Verschluss beim Arbeiten am Apparate nicht im Geringsten stört. Bei *s* ist ein Schloss eingelassen, welches in die Tischplatte eingreift und auf diese Weise ein Abschliessen des ganzen Instrumentariums ermöglicht. Zwischen dem Rahmenwerk ist ein dichter Wollstoff ausgespannt.

Als Anhang an die Besprechung der rein mikrophotographischen Apparate sei hier noch in Kürze eines Instrumentes, des sogenannten Physiograph, Erwähnung gethan, welches erst in zweiter Linie zur Herstellung von Aufnahmen bei stärkeren Vergrösserungen bestimmt ist, der Hauptsache nach aber die Aufgabe hat, makroskopische Ob-

jecte, welche in horizontaler Lage verbleiben müssen, in natürlicher Grösse oder schwach verkleinert oder vergrössert aufzunehmen. Derartige Aufnahmen sind, wie aus dem Vorhergehenden bekannt, wohl auch durch verticale, oder in verticaler Stellung anwendbare mikrophotographische Apparate möglich, wenn anstatt des Mikroskopes ein gewöhnliches photographisches Objectiv angewandt wird, jedoch gestatten die Physiographe zufolge ihrer bedeutenden Höhe auch grössere Objecte in bedeutenderer Reduction photographisch aufzunehmen. Pizzighelli[1]) beschreibt den Physiographen von Dr. Donnadieu in Lyon[2]) in folgender Weise: Eine Platte *A*, Fig. 42, aus Gusseisen bildet die Basis des ganzen Apparates; vorne ist sie mit 2 Rollen, rückwärts mit einem festen Schuh *Q* versehen. Der vordere rechteckige Theil der Platte hat 60 cm zur Seite, der rückwärtige schmale Theil hat eine Länge von 50 cm. Auf diese Platte baut sich das Stativ der Camera auf, bestehend aus den 3 Füssen *N*,*N*,*O*, welche sich oben vereinigen und die eiserne Säule *B*, welche hier die Bahn der Camera bildet, umschliessen und festhalten. Diese Säule hat eine Höhe von 2 m und einen Durchmesser von 3 cm und ist auf ihrer ganzen Länge mit Zahneinschnitten versehen. Auf diese Säule sind die Hülsen *C*, *C'*, *C''* aufgeschoben, welche mittels Zahnrädern,

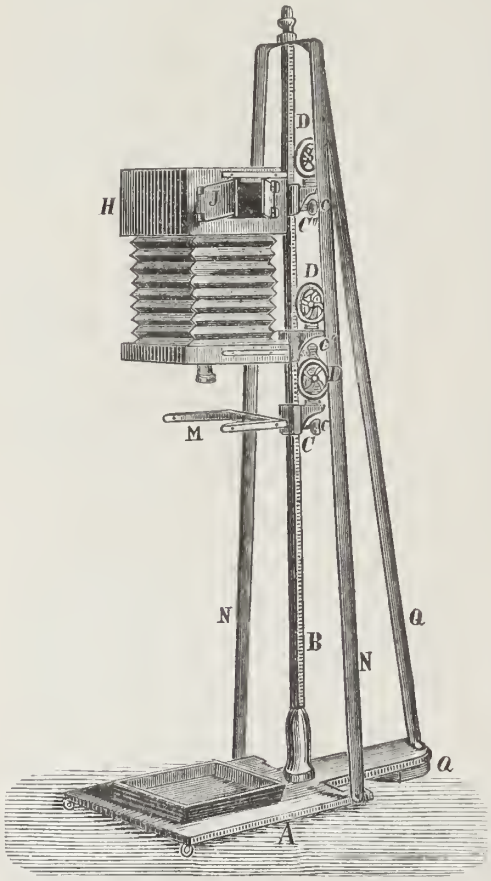


Fig. 42.

1) Pizzighelli, Handbuch der Photogr. f. Amat. Bd. II, S. 97.
2) Erzeugung bei M. Charpentier, Lyon, Rue Gasparin.

die in den Zahnschnitt der Säule eingreifen, und durch Schrauben ohne Ende bewegt werden. Die Bewegung wird durch Drehen der Kurbelräder *D* ausgeführt: durch Anziehen der Flügelschrauben *c* kann jeder Theil des Apparates in der gewünschten Lage fixirt werden.

Jede Hülse ist mit einem eisernen Träger versehen: jene der Hülsen *C'* und *C''* halten die Camera fest, jener *M* der Hülse *C* ist zur Aufnahme einer Platte bestimmt, worauf entweder ein Mikroskop oder irgend ein Präparat, welches in der Durchsicht aufgenommen werden soll, gelegt werden kann. Für Präparate, welche in der Aufsicht und im Wasser aufgenommen werden sollen, wird eine Tasse auf die Platte *A* aufgelegt.

Der Hintertheil *H* der Camera ist tiefer als gewöhnlich und hat seitwärts eine Oeffnung, welche durch das Doppelthürchen *J* geschlossen werden kann. Diese Oeffnung dient dazu, um bei hoher Lage des Hintertheils die Einstellung zu erleichtern. In diesem Falle wird die gewöhnliche Visirscheibe durch eine matt

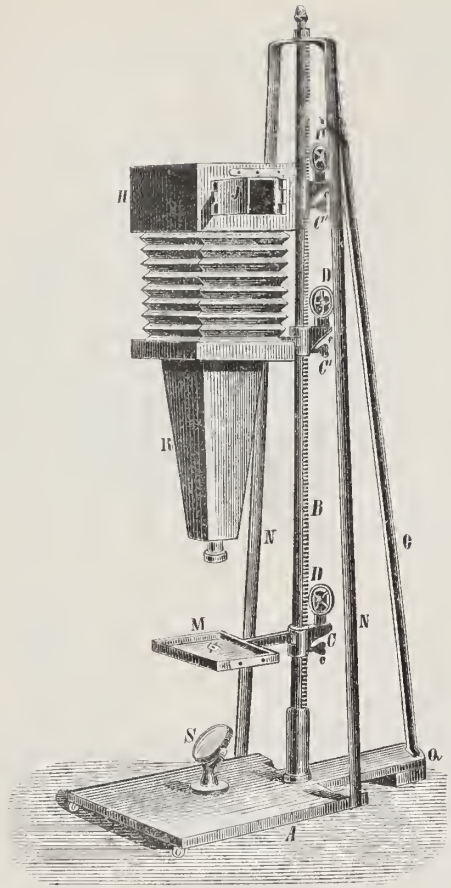



Fig. 43.

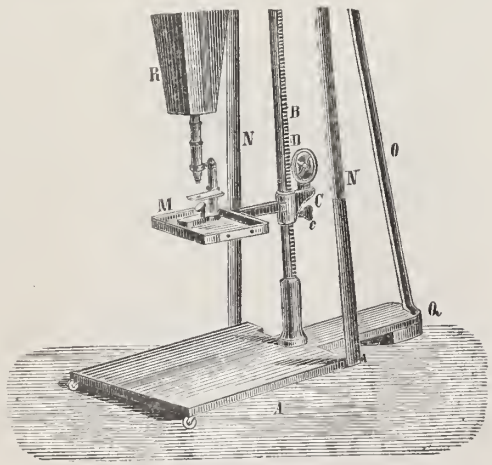



Fig. 44.

geschliffene, oben mit schwarzem Papier überzogene Opalglastafel ersetzt und das Einstellen von der Innenseite vorgenommen. Für directe Vergrösserungen wird die Camera durch einen angesetzten Conus *R* (Fig. 43) verlängert, in dessen untere Oeffnung für mässige Vergrösserungen ein Objectiv eingeschraubt, für bedeutende Vergrösserungen das Rohr eines Mikroskopes (Fig. 44) gesteckt wird. Für Aufnahmen in der Durchsicht ist die Platte *M* (Fig. 43) mit einer Oeffnung versehen, in deren Falz eine Glasplatte mit dem Präparat gelegt wird. Die Beleuchtung wird dann von unten mittels eines drehbaren Spiegels *S* bewerkstelligt.

Die Camera ist für Plattengrössen von 21×27 cm bestimmt; der Abstand der Objectivachse von der Säule beträgt 35 cm, so dass Präparate von einer Breitenausdehnung von 70 cm aufgenommen werden können.

## III. Optische und mechanische Nebenapparate.[1])

### A. Apparate zur Concentration des Lichtes.

#### 1. Der Abbé'sche Beleuchtungsapparat.

Der Abbé'sche Beleuchtungsapparat, s. Fig. 45 a b c, der heutzutage wohl fast keinem Mikroskopiker, der mit starken Vergrösserungen zu arbeiten hat, fehlen dürfte, ist auch für sehr viele mikrophotographische Arbeiten einer der vollkommensten und am einfachsten zu behandelnden Condensoren. Mit seiner Hilfe lassen sich, wie allgemein bekannt, alle möglichen Variationen der geraden und schiefen Beleuchtung durchführen; durch Gebrauch der vollen Oeffnung können, da das Licht dann in einem sehr stumpfen Kegel auf das Object fällt, alle Schatten am Objecte vertilgt werden, während durch Anwendung kleinerer Blenden und bei excentrischer Lage derselben die schönsten Contraste zwischen Lichtern und Schatten erzeugt werden können. Dieser Apparat wird stets die besten Dienste thun, wenn es sich um Aufnahmen bei stärkeren Vergrösserungen handelt, schon deshalb, weil durch ihn die Lichtintensität ungemein gehoben und also ein Einstellen bei schwächeren Lichtquellen möglich wird, als es sonst der Fall ist. Bei Anwendung eines engeren Beleuchtungskegels, d. i. also bei Verwendung kleiner Diaphragmen, wird die Focustiefe der Objective gesteigert, d. h. die Bilder werden in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmässiger scharf, während sie bei wei-

1) Die für den speciellen Zweck der Mikrophotographie mit stereoskopischem Effect dienenden Apparate sind in dem, speciell diesen Gegenstand behandelnden Capitel angeführt.

teren Beleuchtungskegeln nur eine kleine Partie vollkommen scharf zeigen, diese Partie aber meist schärfer als das ganze Bild im ersteren Falle zu werden pflegt.

Heutzutage wird der Abbé'sche Beleuchtungsapparat meist mit Irisblendung ausgerüstet. Für mikrophotographische Zwecke ist es

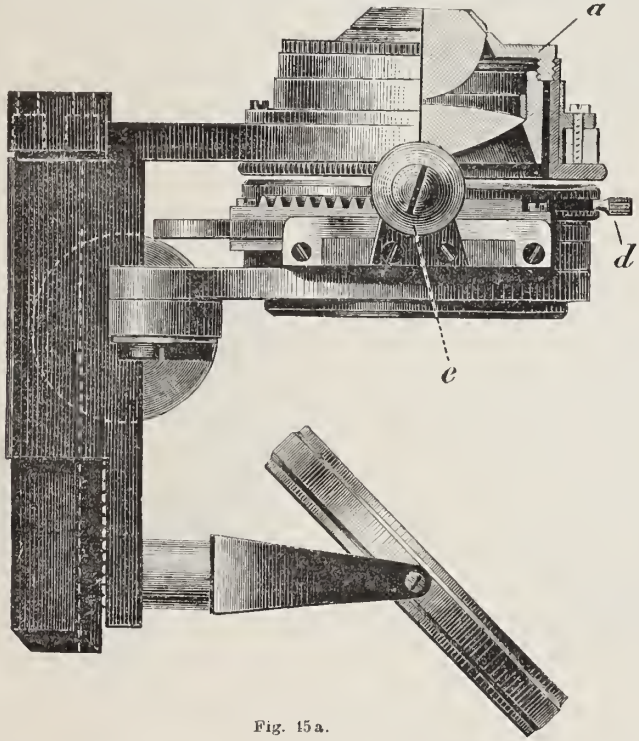



Fig. 15a.

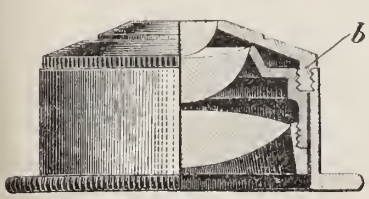



Fig. 45b.

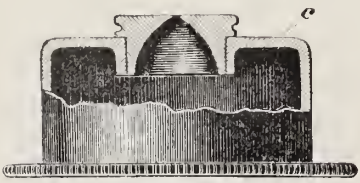



Fig 45c.

von ungemein grossem Vortheil, wenn der Beleuchtungsapparat mittels Zahn und Trieb auf und ab beweglich ist. Die Abbildungen, Fig. 45 a b c, zeigen den Zeiss-Abbé'schen Beleuchtungsapparat. *a* ist das Condensorsystem von 1,2 numerischer Apertur, *b* Condensorsystem mit 1,4 numerischer Apertur, *c* die gewöhnliche Cylinder-

blendung, *d* Hebel zum Verändern der Blendenöffnung, *e* Handhabe zur Schiefstellung der Irisblende.

### 2. Neues Condensorsystem von Zeiss.

In neuester Zeit hat Zeiss ein achromatisches Condensorsystem (1,0 num. Apert.) mit Irisblendung und Einrichtung zur kreuzweisen Centrirung, wie zur feinen Einstellung hergestellt. Die Gründe, welche ihn, angeregt durch Geh. Rath Koch und Stabsarzt Dr. Plagge, veranlassten, einen derartigen Condensor speciell für mikrophotogra-

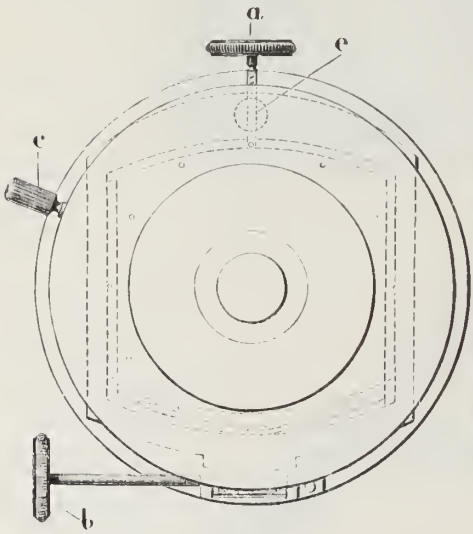


Fig. 46.

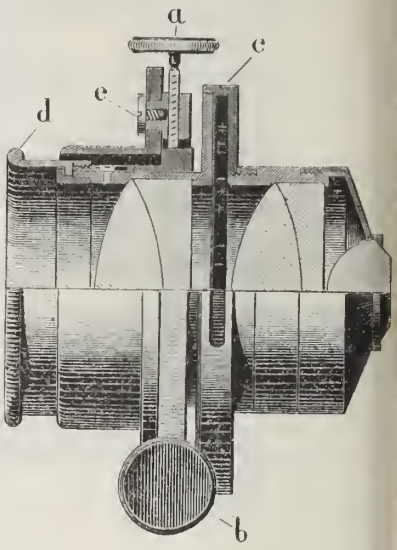


Fig. 47.

phische Zwecke zu construiren, werden wir, sowie seine Construction, in einem späteren Capitel näher kennen lernen.

Die vorstehenden Figuren 46 und 47 zeigen uns indessen den Condensor und die von Zeiss demselben beigegebene Centrirvorrichtung, welche sammt dem daran befestigten Condensor in die Schiebehülse eingeführt wird, welche für gewöhnlich den Abbé'schen Beleuchtungsapparat aufnimmt.

### 3. Kleinere Condensoren.

Ausser dem Abbé'schen Beleuchtungsapparat, der von allen bedeutenderen Firmen geliefert wird, fertigen einzelne derselben auch kleinere Condensoren an, die verhältnissmässig recht gute Resultate geben.

Manche derselben bestehen aus drei, andere aus zwei Linsen. Der mit einem Oeffnungswinkel von 140 Grad versehene Seibert'sche Condensor besteht aus einer planconvexen oberen, dem Object zugekehrten, aus einer concav-convexen und einer planconvexen Linse; er gestattet auch Dunkelfeldbeleuchtung. Der Klönne und Müller'sche Condensor, Fig. 48 und 49, ist für kleinere Stative recht brauchbar, er besteht aus einer planconvexen oberen und einer biconvexen unteren Linse; die auf zwei Messingstreifen vereinten Blendenöffnungen können in einen auf der Figur ersichtlichen Spalt ein-

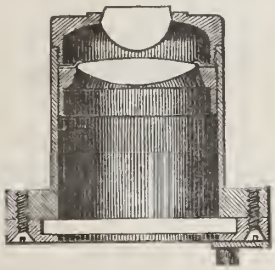


Fig. 48.

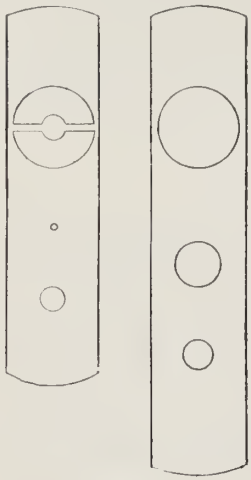


Fig. 49.

geschoben werden. Man kann mit Hilfe dieser Blendenschieber auch recht mannigfache Abstufungen zwischen centraler und schiefer Beleuchtung durchführen.

#### 4 Achromatisches Mikroskop-Objectiv als Condensor.

Von manchen Mikrophotographen, wie ich glaube zuerst von Geh. Rath Koch, wird empfohlen, sich anstatt eines anderen Condensors eines passend centrirten gewöhnlichen Mikroskopobjectives zu bedienen, dessen Frontlinse hierbei natürlich dem Object zugekehrt sein muss. Welche ausgezeichnete Wirkung auf diese Weise zu erzielen ist, zeigen besonders die Tafeln I und II des Zeiss'schen Specialcataloges, wovon die erstere Pleurosigma angulatum bei 4900 facher Vergrösserung in staunenswerther Schärfe zeigt.

#### 5. Die Beleuchtungslinse.

Meiner Erfahrung nach eignet sich als solche zur Concentration der von einer künstlichen Lichtquelle abtretenden Strahlen am besten eine planconvexe Linse von etwa 12—20 cm Brennweite und einem

Durchmesser von 10—15 cm. In solchen Fällen aber, wo unter Anwendung von Sonnenlicht, unter eventueller Einschaltung eines Condensors, im convergirten Strahlenbüschel der Linse photographirt werden soll (s. Capitel Momentmikrophotographie), ist eine Linse von grösserer Brennweite (30—40 cm) vorzuziehen. Die Linse muss passend gefasst und, um sie leicht centriren zu können, zum Höher- und Tieferstellen eingerichtet sein.

Wenn die Camera mit einer optischen Bank versehen ist, sollte die Linse leicht centrirbar als eigenes Stück am Schlitten verschiebbar sein; man erspart sich hierdurch manche Mühe.

### B. Der Amplifier.

Dieses von Woodward erfundene, das gewöhnliche Ocular mit Vortheil ersetzende Instrument ist hinsichtlich seiner Construction, sowie seiner Anwendung nach schon oben (s. Seite 31) beschrieben und es erübrigt hier nur nochmals zu bemerken, dass man durch seine Anwendung im Stande ist, den Bildabstand starker Systeme (speciell der ohne Correctionsfassung hergestellten Oelimmersionen) bedeutend über denjenigen hinaus zu vergrössern, für welchen die betreffenden Systeme corrigirt sind.

### C. Gewöhnliches photographisches Objectiv.

Manche Mikrophotographen machen, wie schon einmal erwähnt, von diesen Objectiven in Verbindung mit dem gewöhnlichen mikroskopischen Objectiv und Ocular Anwendung, indem sie dicht hinter das Ocular, also am Objectivbrettchen der Camera befestigt, ein derartiges Objectiv anbringen. Durch den Achromatismus des photographischen Objectives soll bei dieser Anordnung selbst eine nicht unbedeutende Focusdifferenz des Mikroskop-Objectives corrigirt werden; es werden zu diesem Behufe Aplanate oder Weitwinkel-Objective empfohlen.

Viel wichtiger als für den genannten Zweck ist ein gutes photographisches Objectiv dann, wenn es sich um Herstellung von Bildern bei sehr schwacher Vergrösserung oder in der natürlichen Grösse, wie bei Aufnahmen von Culturplatten von Mikroorganismen etc., oder um Verkleinerungen handelt. (S. Capitel über Herstellung von Glaspositiven für Projectionszwecke.)

Für alle die genannten Fälle eignet sich am besten ein kleiner Aplanat, am vorzüglichsten sind wohl die von Steinheil. Fig. 50 zeigt einen solchen Aplanat grösserer Sorte. Jedes der beiden

Linsenpaare $d_1\,d_3$ und $d_7\,d_9$ ist achromatisch; beide sind untereinander gleich. Durch Abschrauben der Vorderlinsen erhält man ein Objectiv (einfache Landschaftslinse), welches unter Verwendung einer engen Blende recht brauchbare Bilder giebt, die circa doppelt so

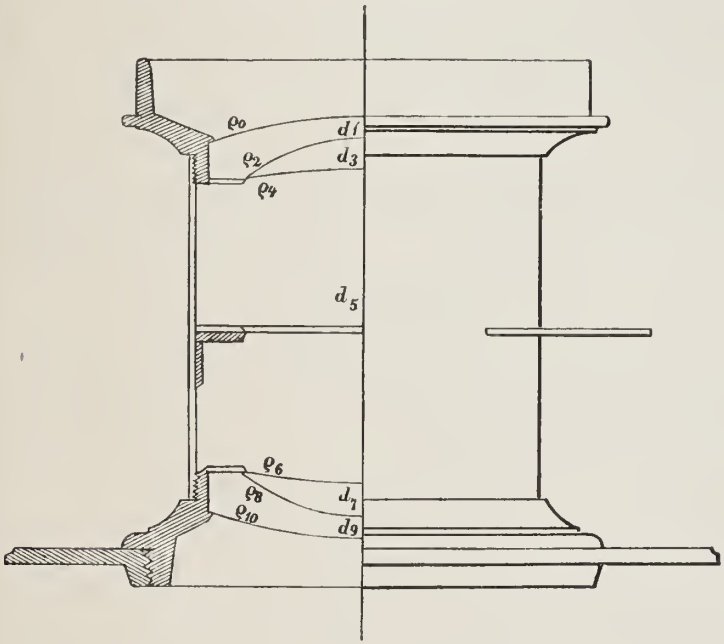



Fig. 50.

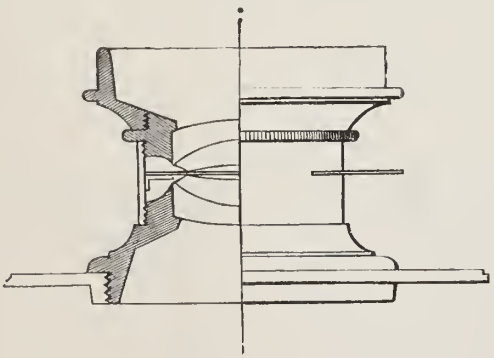


Fig. 51.

gross sind als die mit dem vollständigen Objectiv hergestellten. Ich würde, wenn der Aplanat nur für schwache Vergrösserungen dienen soll, Nummer 2 mit 15,5 mm Oeffnung und 9,5 cm Brennweite empfehlen; sollen auch Aufnahmen in natürlicher Grösse bis zu

Cabinetformat gemacht werden, so ist Nummer 3 oder 4 zu empfehlen. Auch Weitwinkelaplanate für Reproductionen, s. Fig. 51, sind ganz vorzüglich, stehen aber höher im Preise. Nummer 1 wird für alle Fälle genügen.

Für Aufnahmen bei schwachen Vergrösserungen bietet der erst vor Kurzem in den Handel gebrachte Zeiss'sche Aplanat von 75 mm Brennweite ganz Ausgezeichnetes, wie die mit seiner Hilfe aufgenommene Tafel XI des „Zeiss'schen Specialcataloges" beweist.

Erwähnt mag hier auch werden, dass Woodward[1]) seine vollendeten Aufnahmen der Amphipleura pellucida bei einer Beleuchtung herstellte, welche er dadurch erhielt, dass er monochromatisch gemachtes Sonnenlicht mittels eines 3zölligen photographischen Objectives von 12 Grad Winkelöffnung unter einem Winkel von 45 Grad zur Achse des Mikroskopes auf das Object leitete.

Wir sehen daraus, dass für bestimmte Zwecke der Beleuchtung, respective Concentration des Lichtes, ein photographisches Objectiv vorzügliche Dienste leisten kann.

## D. Die Blenden.

### I Blenden im Innern des Tubus.

Entfernt man das Ocular aus dem Tubus, so sieht man, dass der Tubus an jener Stelle, wo die Oculare eingesetzt werden, glänzend ist, was zu den verschiedensten Reflexen Anlass giebt, die bei mikrophotographischen Aufnahmen „ohne Ocularbenutzung" ungemein stören würden. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, kann man ent-

Fig. 52.

weder das Innere des Tubus mit vollständig mattschwarzem Papier[2]) auskleiden, oder man führt eine passende Blende in den Tubus ein. Eine solche besteht, s. Fig. 52, aus einer etwa 4 cm langen Messingröhre, von gleichem Umfange wie ein Ocular, an deren einem Ende ein nach innen etwa um 4 mm vorspringender Blendenring befestigt ist. Am anderen Ende lässt man kein Ansatzstück anbringen, um die Röhre beliebig tief in den Tubus einschieben zu können. Natür-

1) Siehe C. Janisch, Arch. f. mikrosk. Anatom. Band 18, S 260. 1880.

2) Man stellt solches her, wenn man sehr dünnen Stärkekleister mit Kien- oder Lampenruss zusammenrührt (eventuell zur leichteren Mischung etwas Alcohol zusetzt) und damit Papier bestreicht.

lich muss das Innere der Röhre, sowie der Blendenring sorgfältig geschwärzt sein. Durch entsprechend tiefes Einschieben dieser Blendung in den Tubus (Blendenring nach innen) kann natürlich nur das direct von dem Objective kommende Licht aus dem Tubus austreten, und wird durch diese Einrichtung die Bildgrösse kaum verkleinert. Schliesslich überzeuge man sich dadurch, dass man die Visirscheibe entfernt und von dort aus gegen den Tubus blickt, ob keine Reflexe sichtbar sind.

Bei Anwendung des mikrophotographischen Stativs von Zeiss sind solche Blenden natürlich überflüssig, da bei derartigen Aufnahmen der innere Tubus ganz entfernt wird.

### 2. Blenden am Objective.

Ganz ähnlich wie in der gewöhnlichen Photographie, werden auch hier am Objective Blenden angebracht, um die Schärfe des Bildes am Rande, sowie die Tiefe der Schärfe zu vergrössern. Solche Blenden sind kleine Metallscheibchen von entsprechender Grösse, mit einer passend weit gewählten centralen Oeffnung. Sie können am zweckmässigsten auf die oberste (hinterste) Linse des Objectives, oder falls hinter den Linsen, am Trichter des Objectives (z. B. Zeiss), ohnedies schon eine weite Blendung angebracht ist, auf diese aufgelegt werden. Der Durchmesser der centralen Oeffnung wird etwa zwischen 2 und 8 mm variiren; die Blende muss natürlich matt geschwärzt sein.

Reichert stellt zu diesem Behufe recht practische Zwischengewinde zwischen Tubus und Objectiv her, welche einen Ausschnitt besitzen, in dem sich ein Messingstreifen mit verschieden weiten Oeffnungen, ähnlich wie beim Klönne und Müller'schen Condensor (s. Fig. 49), verschieben lässt. Die centrale Stellung je einer Oeffnung wird durch Einschnappen einer Feder markirt. Die Einstellung geschieht mit weiterer, die Exposition mit engerer Blendung.

### 3. Blenden am Ocular.

Aehnliche Blenden wie die sub 2 angeführten, können auch auf die in jedem Ocular ohnedies befindliche weite Blende aufgelegt werden; sie erhöhen die Schärfe der Randzone nicht unbedeutend.

Neuhauss empfiehlt, bei den nach seiner Angabe montirten Ocularen kleine Blenden ober der Augenlinse des Oculares anzubringen (vergl. Seite 29).

CAMERA CLUB LIBRARY

Hierher sind auch die kleinen aufschraubbaren Aufsätze der Projectionsoculare zu rechnen, welche diesen beigegeben werden und von denen je nach Bedarf ein Aufsatz mit weiterer oder engerer Oeffnung über dem beweglichen Linsensystem angeschraubt werden kann.

#### 4. Blenden zwischen Lichtquelle und Object.

Bei Verwendung einer Sammellinse zur Concentration des Lichtes pflegt man die Randstrahlen meist mit Hilfe eines Diaphragmas abzublenden. Weiters werden bei Verwendung von directem Sonnenlicht vor dem Objecte zwei genau centrirte Diaphragmen von gleicher Oeffnung aufgestellt, um jederzeit die genau richtige Direction der Sonnenstrahlen controliren zu können.

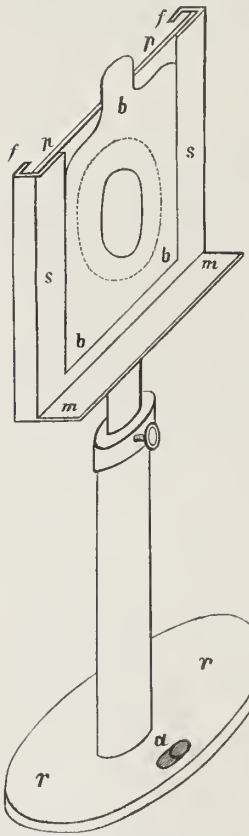


Fig. 53.

Aus unten angegebenen Gründen wird häufig die Einschaltung einer matten Scheibe unmittelbar neben der Blendung nöthig, ferner ist auch die Weite der Blendenöffnung für verschiedene Fälle verschieden gross zu wählen. Da es sehr wünschenswerth ist, diese Veränderungen leicht und schnell vornehmen zu können, empfehle ich folgende Einrichtung. Auf einem höher und tiefer verstellbaren Stative (s. Fig. 53) befindet sich eine rechteckige Metallplatte *p*, welche von einer ca. 3—5 cm weiten Oeffnung durchbrochen ist. Auf der einen Seite der Platte sind in einem durch aufgelöthete Streifen *s* hergestellten Falz, Blenden *b* mit verschiedener Oeffnung einschiebbar. Auf der anderen Seite der Metallplatte ist aus angelötheten und rechtwinkelig umgebogenen Blechstreifen ebenfalls ein Falz *f* hergestellt, der weit genug ist, um eine Mattscheibe aufnehmen zu können. In der Fussplatte *r* ist ein spaltförmiger Ausschnitt *a* vorhanden, durch welchen die aus dem auf der optischen Bank laufenden Brettchen kommende Flügelschraube hindurchtritt. Man ist somit in der Lage, durch Links- und Rechtsschieben und durch Heben und Senken die Blendung genau centriren zu können. Zeiss

bringt am Fusse seiner Blendungsträger noch ein Gelenke an, durch welches er dieselben, wenn eine Blendung überflüssig ist, umklappen, sie andererseits, wenn nöthig, wieder genau in ihre frühere Stellung durch Aufklappen zurückbringen kann.

Durch einen passenden Vorsprung *m*, welcher gross genug ist, um darauf eine Cüvette stellen zu können, kann dieser Blendungsträger im Bedarfsfalle auch als Cüvettenträger Verwendung finden.

#### 5. Vor der Visirscheibe.

Um das fertige Bild (Positiv) in schöner kreisrunder Begrenzung und auf schwarzem Hintergrunde ohne weitere Mühe hervorzubringen, geben manche Camera-Fabrikanten ihren Cameras Blechdiaphragmen bei, die auf passende Weise dicht unter der matten Scheibe respective der lichtempfindlichen Platte fixirt werden können. Meines Erachtens ist diese Methode trotz ihrer Einfachheit der weiter unten zur Erreichung des gleichen Zweckes angegebenen nicht vorzuziehen, da sich bei Anwendung derselben nicht immer dasjenige, was die photographische Aufnahme am schärfsten und schönsten abgebildet hat, in der Mitte des auf diese Art schon vorher abgegrenzten Gesichtsfeldes befindet. Auf jeden Fall ist durch diese Einrichtung die Bildfläche von vorneherein verkleinert, so dass man in der Auswahl einer passenden, besonders gut gelungenen Stelle des Bildes nicht selten beeinträchtigt wird.

### E. Cüvetten.

#### I. Cüvetten zur Aufnahme von Lichtfiltern.

Zu diesem Zwecke wendet man von planparallelen Glaswänden begrenzte Gefässe an, deren Hohlraum etwa 1 cm weit ist; sie dienen zur Aufnahme der zum Zwecke der Beseitigung der Focusdifferenz einzuschaltenden, das Licht monochrom machenden Lösungen, sowie zur eventuellen Einschaltung von Farbstofflösungen, um den Contrast zwischen Präparat und Hintergrund zu heben. Die Grösse der in Betracht kommenden planparallelen Glaswände sollte nicht weniger als 5 cm im Innern betragen. Derartige Cüvetten sind in allen betreffenden Geschäften in zwei Arten vorräthig, nämlich mit Schellack oder mit Gelatine gekittet.[1]) Man

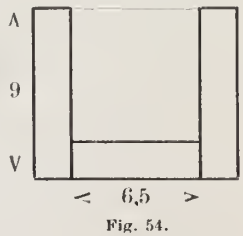


Fig. 54.

1) Beide Sorten sind jedoch für unsere Zwecke nicht sehr practisch, da selbst Schellack bei längerer Einwirkung von ammoniakalischer Kupferlösung leidet.

kann solche Cüvetten sehr leicht selbst herstellen, s. Fig. 54, wenn man bei einem Glasschleifer aus ca. 1 cm dickem Spiegelglas drei ca. 1—1½ cm breite Streifen schneiden lässt, von denen zwei je ca. 9 cm lang sind, während der dritte 6½ cm Länge hat. Klebt man diese Streifen auf eine Spiegeltafel von 9 cm Länge und 9½ cm Breite und befestigt man in derselben Weise auf der anderen Seite eine zweite gleiche Spiegeltafel, so erhält man eine sehr gute Cüvette.

Als Klebemittel empfiehlt sich ein Gemisch, das durch Zusammenschmelzen von 5 Theilen Colophonium und 2 Theilen Wachs erhalten wird. Dieses Gemisch muss natürlich warm verwendet werden; man wärme auch die Gläser etwas vor.

In neuerer Zeit[1]) werden von der Firma Warmbrunn, Quilitz & Comp. in Berlin Absorptionskästchen in den Handel gebracht, deren aus Spiegeltafeln gebildete Wände anstatt eines Kittes mit Hilfe weisser Emaillemasse in der Muffel zusammen geschmolzen sind und deshalb gegen Alcohol, Alcalien und Säuren indifferent sind. Nach Professor Zettnow sind diese Cüvetten aufs Wärmste zu empfehlen.

### 2. Cüvetten zur Aufnahme wärmeabsorbirender Lösungen.

Von vielen Mikrophotographen wird die Einschaltung von mit concentrirter Alaunlösung[2]) gefüllten Cüvetten zur Abhaltung bedeutenderer Erwärmung der Präparate und der Objectivlinsen vorgeschlagen. Mit Ausnahme ganz specieller Fälle (elektrisches Bogenlicht) dürfte bei Anwendung von künstlichen Lichtquellen die Hitzeentwickelung niemals so bedeutend sein, dass man zu dieser Einrichtung Zuflucht nehmen müsste. Auch für das Knallgas-Kalklicht hat Jeserich [(4) S. 160] nachgewiesen, dass selbst bei bestmöglichster Concentration des Lichtes die Temperatur des Objectes nicht 42 Grad C. erreicht, also auch für sehr subtile Präparate keine Gefahr vorhanden ist. Dasselbe gilt für Magnesiumlicht, elektrisches Glühlicht und auch für alle anderen minder hellen Beleuchtungsquellen.

Das elektrische Bogenlicht erzeugt, wenn eine grössere Lampe angewandt wird, eine so bedeutende Wärme, dass die Einschaltung einer Cüvette mit Alaunlösung, oder noch besser einer etwa 20—40 cm

1) S. (3) pro 1890, S. 182.

2) Bekanntlich lässt Alaun, sowohl in Krystallform als in Lösung, wohl den grössten Theil der Lichtstrahlen, aber einen sehr geringen Theil der Wärmestrahlen hindurch.

dicken Schicht von kaltem Wasser[1]) nöthig werden kann. Man überzeugt sich leicht von der bei grösstmöglichster Lichtconcentration einer bestimmten Lichtquelle erzeugten Wärme, wenn man auf einen Objectträger eine dünne Schicht eines bei etwa 45 Grad schmelzenden Körpers (z. B. Paraffin, welches diesen Schmelzpunkt hat) bringt, und das Licht durch etwa 5—10 Minuten einwirken lässt. Schmilzt die Substanz während dieser Zeit im Brennpunkte des Beleuchtungssystemes, so muss durch eines der obigen Mittel die Temperatur herabgesetzt werden.

Directes Sonnenlicht erzeugt, wenn es mittels Beleuchtungslinsen concentrirt wird, im Brennpunkte eine so hohe Temperatur, dass diese auch durch Einschaltung von Alaunlösung in den Strahlengang nicht soweit herabgemindert werden kann, dass sie unschädlich wird. Da Aufnahmen mittels Sonnenlicht aus später zu ersehenden Gründen entweder bei blosser Benutzung eines Condensorsystemes, mit Ausschluss einer grösseren Sammellinse, oder bei Verwendung einer solchen, unter gleichzeitigem Gebrauche eines Lichtfilters gemacht werden und dieses letztere auch nur einen geringen Theil der Wärmestrahlen hindurchlässt, wird man auch in diesem Falle meist von der Anwendung von Alaunlösungen absehen können; doch ist es besonders bei Anwendung werthvollerer Objective (stärkere Trocken- und Immersionslinsen[2]), deren Unterlinse wegen der kurzen Focaldistanz dieser Systeme sich auch noch fast im Brennpunkte des Beleuchtungssystemes befindet, dringend geboten, sich auf die oben angegebene Weise davon zu überzeugen, ob bei einer speciellen Zusammenstellung (z. B. Planspiegel, Sammellinse, Cüvette mit Fehling'scher Lösung, Abbé'scher Condensor) die Wärme 45 Grad C. nicht übersteigt. Es müsste in diesem Falle durch Anwendung kleinerer Blenden, entweder im Lichtkegel der Sammellinse oder im Condensor, die Licht- und damit auch die Wärmemenge herabgesetzt werden.

### F. Prismen zur Herstellung monochromer Beleuchtung.

Prismen und Combinationen von solchen, wie sie einzelne Verfertiger von Mikroskopen herstellen, werden von manchen Mikro-

1) In diesem Falle wird anstatt einer Cüvette eine cylindrische oder prismatische Wasserkammer (aus Zinkblech) angewandt, deren Wand auf zwei gegenüberstehenden Seiten aus zwei untereinander parallelen Spiegeltafeln gebildet ist.

2) Bei Immersionssystemen wird durch das Vorhandensein der Immersionsflüssigkeit die Wärme einigermassen vertheilt, wodurch die Gefahr für die Objective verringert ist.

photographen, z. B. Abney[1]), zur Herstellung von monochromatischem Lichte für Aufnahmen bei stärkeren Vergrösserungen empfohlen. Der nebenstehende Hartnack'sche Beleuchtungsapparat für monochromes Licht, s. Fig. 55, besteht aus einem Prismensystem von starker Dispersion ($P_1$ u. $P_2$), welches ein Spectrum von beträchtlicher Länge auf das Präparat projicirt, so dass bei stärkeren Vergrösserungen das ganze Sehfeld mit annähernd einfarbigem Licht beleuchtet ist. Durch Verschieben des Spaltes *Sp* mit der Schraube $s_2$ können die verschiedenen Farben des Spectrums nach und nach in das Seh-

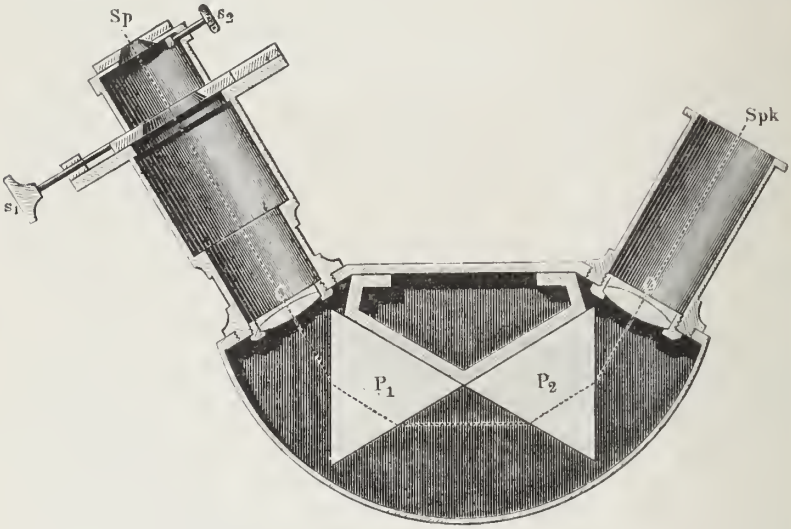



Fig. 55.

feld geführt werden. Bei Verwendung des Zeiss'schen mikrophotographischen Statives kann dieser Beleuchtungsapparat in die Centrirvorrichtung, welche sonst den achromatischen Condensor trägt, eingeschraubt werden, man ist dadurch im Stande das bei *Spk* entworfene Spectrum zu centriren und durch die Zahn- und Triebbewegung genau auf die Objectebene einzustellen. Da derartige Apparate doch nur im Stande sind, für ein sehr kleines Gesichtsfeld wirklich monochromes Licht zu liefern, so dürften sie wohl einfacher und zweckentsprechender durch Cüvetten, die mit passenden Lösungen gefüllt sind, zu ersetzen sein.

1) Brit. Journ. Phot. Alman. pro 1888, S 287, i. d. Phot. Corresp. pro 1888, S. 160.

### G. Farbige Gläser als Lichtfilter.

Da es, wie man sich spectralanalytisch überzeugen kann, nicht leicht ist, farbige Glasplatten zu erhalten, welche wirklich monochromes Licht hindurchlassen, so thut man, wenn man nicht zufällig im Besitzte solcher, dieser Bedingung entsprechenden Gläser ist, entschieden besser, sich entsprechender Lösungen zu bedienen. Vergl. Capitel Momentmikrophotographie.

### H. Vorrichtungen zur Beleuchtung opaker Objecte.

#### 1. Lieberkühn'scher Spiegel.

Zur Beleuchtung opaker Objecte wird meist empfohlen sich des Lieberkühn'schen Spiegels zu bedienen. Die Anordnung der ein-

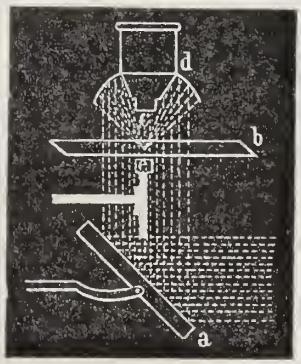



Fig. 56.

zelnen Theile desselben ist in Fig. 56 dargestellt. *a* der Planspiegel des Mikroskopes, *b* der Objectträger, *c* das Objectiv, *d* der parabolisch geschliffene Lieberkühn'sche Spiegel, *e* ein unter das Object gebrachtes dunkles (mattschwarzes) Cartonscheibchen oder dergleichen, falls man das Object auf dunklem Grunde photographiren will.

#### 2. Benecke's Beleuchtungsapparat.

Benecke [(1) S. 35] empfiehlt zum Zwecke der Beleuchtung opaker Objecte einen kleinen Apparat, s. Fig. 57, der jedenfalls recht gute Dienste thut; er sagt hierüber folgendes:

Das Sonnenlicht wird von einem Planspiegel, der in der Figur nicht gezeichnet ist, auf die achromatische Sammellinse *C* von 30 cm Brennweite reflectirt, die an einer verticalen Stange *D* auf- und abgeschoben werden kann. Auf derselben Stange ist ein horizontaler

verschieblicher Arm angebracht, der einen kleinen, frei beweglichen Planspiegel *M* trägt, mittels dessen man das von der Sammellinse concentrirte Sonnenlicht in beliebiger Richtung auf das Präparat werfen kann. Man kann durch verschiedene Stellungen der Sammellinse das Object leicht in den Focus derselben oder in beliebige Querschnitte des von ihr ausgehenden Lichtkegels bringen und auch grössere Objecte ganz mit Licht übergiessen. Die Intensität der Beleuchtung ist in diesem Falle hauptsächlich abhängig von der Grösse der Sammellinse; eine solche von 8 cm Durchmesser ist für alle Fälle ausreichend, und man thut dann noch wohl, durch Anwendung einer Blendung von 5—6 cm Weite die Randstrahlen abzuhalten, die eher schädlich als nützlich wirken.

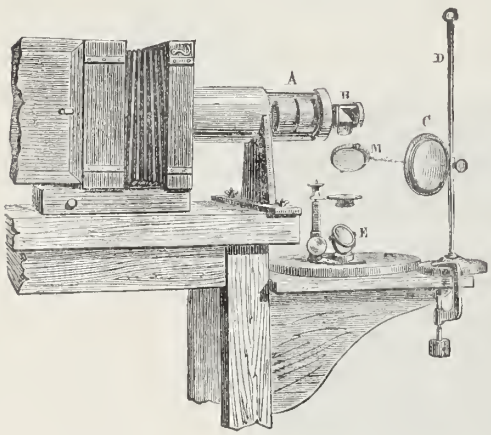


Fig. 57.

Die mit dieser Beleuchtungsart gewonnenen Bilder erscheinen auf absolut schwarzem Grunde und besitzen immer eine unangenehme Härte. Man kann dieselbe leicht vermeiden, wenn man mittels eines kleinen, unter dem Objecttische befindlichen Planspiegels den Grund durch diffuses Licht nach Bedarf mehr oder weniger erhellt. Erforderlichen Falls kann man durch Verstärkung dieser Beleuchtung selbst einen ganz weissen Grund erhalten.

Die Fig. 57 zeigt den Apparat in Verbindung mit einer Art Präparirstativ und einer horizontalen Camera, welche einen Vorbau *A* trägt, der einem Rohre *B* zur Führung dient, welches an seinem freien Ende ein total reflectirendes Prisma trägt. Letzteres wirft die von dem Objecte kommenden Lichtstrahlen, nachdem dieselben das unter dem Prisma befestigte Objectiv-Linsensystem passirt haben, gegen die Visirscheibe. Das Object liegt auf einem höher und tiefer stellbaren Objecttische. Natürlich lässt sich dieser kleine Apparat auch bei jedem gewöhnlichen Mikroskop-Stative anwenden.

Anstatt des Spiegels *M* kann mit Vortheil ein in der Mitte von einer kreisförmigen Oeffnung von 2—3 cm Durchmesser durchbrochener Planspiegel verwendet werden. In diesem Falle bleibt die

Anordnung im Principe dieselbe, nur mit dem Unterschiede, dass das Objectiv des Mikroskopes durch die eben erwähnte Oeffnung hindurchgesteckt wird. Man erhält auf diese Weise eine gleichmässige, von oben kommende Beleuchtung.

### 3. Beleuchtungsmethode nach Professor Wedding.

Diese speciell zur Mikrophotographie angelaufener polirter Eisenflächen construirte Einrichtung, welche von der bestbekannten Firma Schmidt & Hänsch in Berlin in Handel gebracht wird, beruht auf ganz ähnlichem Principe, wie die letztangegebene Methode. Der Unterschied besteht der Hauptsache nach nur darin, dass anstatt des perforirten Spiegels ein sehr dünnes Glasplättchen in einem Winkel von 45 Grad zur optischen Achse des Mikroskopes zwischen Objectiv und Object eingeschaltet wird. Dirigirt man nun von der Seite auf das Glasplättchen ein Bündel parallelen oder besser noch convergenten Lichtes, so wird dieses gegen das Object zu reflectirt. Die Schärfe der Bilder soll durch das Glasplättchen nicht beeinträchtigt werden. Das Nähere über diesen Apparat und seine Anwendung wird im Capitel „über specielle, mikrophotographische Methoden" erörtert werden.

### 4. Beleuchtung mit diffussem Tageslicht.

Auch diffuses Tageslicht thut zur Beleuchtung opaker Objecte recht gute Dienste. Falls es nöthig ist, stellt man zur Aufhellung auf der Schattenseite ein Stückchen weissen Carton auf, oder wirft während der Aufnahme mittels eines kleinen Handspiegels etwas Licht auf die weniger beleuchtete Seite.

Bei Objecten mit sehr zarten Dessins (viele Foraminiferen etc.) erhält man denselben am schönsten und schärfsten, wenn diffuses Licht nur von einer kleineren Fläche aus auf das Object gelangt, man erreicht diese Beleuchtung dadurch, dass man das Mikroskop sammt verticaler Camera nahe an das Fenster des Zimmers bringt, vor dem Mikroskope aber einen grossen Carton aufstellt (etwa 50 cm im Quadrat), in welchen man ein kreisrundes Loch von 5—10 cm Durchmesser derart angebracht hat, dass sein unterster Rand etwa 2—9 cm über der Fläche des Objecttisches liegt. Auf diese Art erreicht man durch passende Stellung des Cartons das von dem Porträt-Photographen angewandte „vordere, seitliche Oberlicht." Ueberhaupt möchte ich an dieser Stelle aufmerksam machen, dass man sich bei Aufnahmen von opaken Objecten ja nicht mit der ersten besten Aufstellung derselben zufrieden stelle, sondern durch

Drehen und Wenden des Mikroskopes gegen die Lichtquelle (Einrichtung des Stativs zum Umlegen sowie Drehbarkeit um die optische Achse erleichtern diese Manipulationen sehr) jene Stellung zu eruiren suche, bei welcher alle Details des Objectes am besten zur Geltung kommen. Diese Stellung wird man am besten mit Hilfe ocularer Beobachtung suchen, und dann erst die photographische Camera mit dem Mikroskope verbinden. Ein kleiner Apparat, der die Orientirung opaker Objecte erleichtert, wird weiter unten besprochen.

Werden Objecte, die sich durch eine zarte, aus Erhabenheiten und Vertiefungen gebildete Oberflächenzeichnung auszeichnen, im gewöhnlichen diffusen Tageslichte ohne weitere Vorkehrungen aufgenommen, so sind sie so vom Licht überschwemmt, dass in der Photographie fast alle ihre Details verschwinden, da nirgends ein Schatten vorhanden ist. Beleuchtung mit kräftigem, von einem Punkte kommenden Lichte (Sonnenlicht, Magnesiumlicht etc.) giebt dagegen meist zu contrastreiche, somit ebenfalls unnatürlich aussehende Bilder.

#### 5. Beleuchtungsmethode von Kochs-Wolz.

Zur Beleuchtung opaker Objecte kann auch ferner die von Kochs-Wolz[1]) in Bonn erfundene Einrichtung Dienste leisten. Dieselbe basirt darauf, dass ein Lichtstrahl, welcher aus einem dichteren Medium kommend an der Trennungsfläche dieses Mediums mit einem dünneren total reflectirt wird, und nicht in das dünnere Medium eintritt, wenn der Winkel, den der Lichtstrahl zur Trennungsfläche der beiden Medien bildet, ein bestimmtes Mass nicht übersteigt. Auf diese Weise wird Licht, welches in einen Glasstab fällt, in demselben fortgeleitet und kann aus demselben auch dann nicht austreten, wenn der Stab eine gewisse Krümmung besitzt. Der eben erwähnte Apparat besteht nun darin, dass über eine Gas- oder Petroleumlampe ein Schwarzblech-Cylinder gestülpt wird, in dem sich in der Höhe des hellsten Theiles der Flamme eine Oeffnung befindet, in der ein derartiger aus reinstem Glas bestehender Glasstab befestigt werden kann. Der Stab ist am Ende sanft gebogen und kann durch passendes Höher- oder Tieferstellen der Lampe und entsprechendes Drehen leicht über ein zu beleuchtendes Object gebracht werden. — Ist die Lampe entzündet, so strahlt aus dem freien Ende des Glasstabes ein intensives Licht aus, welches nun dadurch, dass sich das freie Ende etwa 2 cm schief über dem zu beleuchtenden Objecte befindet, diesen

1) Siehe hierüber Arch. für mikrosc. Anat. Bd. 32, S. 683 und Zeitschr. für wissensch. Mikr. Bd. V, S. 477.

Gegenstand mit schönem ruhigen Lichte von ziemlich grosser Intensität beleuchtet. Dieser Apparat lässt sich übrigens mit Vortheil auch mit stärkeren Lichtquellen combiniren und giebt mit jeder derselben ein schönes diffuses Licht, welches sich zur Beleuchtung opaker Objecte gut eignet.[1]) Zur Beleuchtung von Präparaten im durchfallenden Lichte ist dieser Apparat für oculare Beobachtung recht gut geeignet, für unsere Zwecke empfiehlt sich aber mehr eine der anderorts beschriebenen Methoden; immerhin wäre es vielleicht möglich, durch gerade, aber äusserst schwach conische Glasstäbe ein ziemlich grosses, gleichmässig und hell erleuchtetes Gesichtsfeld zu erhalten, wie ein solches für Aufnahmen bei sehr schwachen Vergrösserungen nöthig ist.

Bemerkt muss übrigens zum Schlusse werden, dass wir in der mikrophotographischen Praxis wohl kaum genöthigt sind, zu dem eben beschriebenen Apparate zu greifen, sondern durch Anwendung von Spiegeln und Linsen mindestens ganz gleiche Resultate erzielen können.

### J. Centrirvorrichtungen für Condensoren.

#### 1. Für den Zeiss'schen achromatischen Condensor.

Zeiss giebt seinem achromatischen Condensor ein centrirbares Adaptionsstück bei, dessen Functioniren aus den Abbildungen, Fig. 46 und 47 auf Seite 74, vollständig klar wird; die Schraube *b* bewirkt, dass sich eine Platte um die Drehungsachse *e* dreht und somit eine Bewegung von rechts nach links ausführt; die Schraube *a* bewirkt das Heben und Senken einer in Falzen auf der ersten Platte laufenden Platte; die Aufwärtsbewegung wird durch eine punktirt gezeichnete flache Feder vermittelt; in den kreisförmigen Ausschnitt der zweiten Platte wird der Condensor in einer Schiebehülse, welche auf der Platte angebracht ist, eingeschoben.

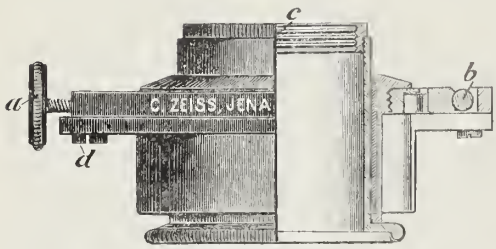
#### 2. Für Verwendung gewöhnlicher Objectivsysteme an Stelle von anderen Condensoren.

Wie oben angegeben, werden durch diese Anordnung sehr gute Resultate erhalten. Um das System genau centriren zu können, kann bei Verwendung des Zeiss'schen mikrophotographischen Statives eine ähnliche Einrichtung wie unter 1 beschrieben verwendet werden. Fig. 59 u. 60. Das Objectiv wird hierfür auf einem in obige

1) Man kann auch den durch das Condensorsystem der Zirkonlampe entworfenen Lichtkegel in den Glasstab dirigiren, und zwar dadurch, dass die Spitze des Lichtkegels auf den Anfang des Glasstabes gerichtet wird. Es strahlt dann am anderen Ende intensives Licht aus.

Schiebehülse passenden Schieber bei *c* aufgeschraubt. Die übrige Bezeichnung ist dieselbe, wie oben.

Fig. 58.



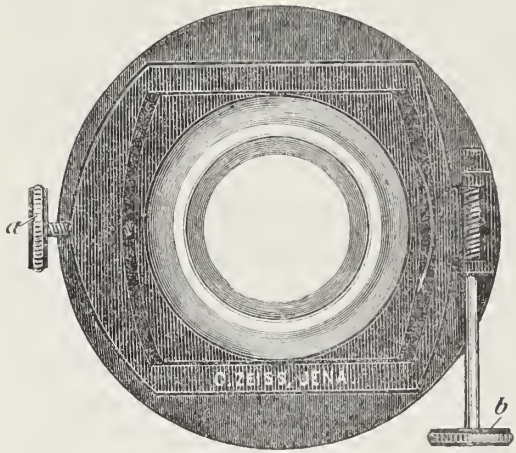




Fig. 59.

Soll ein Objectiv als Condensor an einem Stativ verwendet werden, an dem der Abbé'sche Beleuchtungsapparat nicht mittels Zahn und Trieb verstellbar ist, so muss erstens eine Einrichtung geschaffen werden, um das Objectiv mittels einer Mikrometerschraube höher und tiefer stellen zu können und weiter muss es centrirbar sein. Diese Bedingungen können auf die in beifolgender Abbildung, Fig. 60, ersichtliche Weise erfüllt werden. *M* stellt ein Schlittenstück vor, welches in die Coulisse unter dem Objectivtisch eingeschoben wird; dasselbe kann mittels einer Stellschraube *a* an beliebiger Stelle fixirt werden. Auf diesem Schlittenstück *M* gleitet ein zweiter Schlitten *b*, welcher durch eine durch dasselbe hindurchgehende Schraube *c* verschoben werden kann. Der Schlitten *b* trägt den Centrirungsapparat für das Objectiv; dieser kann ähnlich wie der oben beschriebene Zeiss'sche eingerichtet sein, oder er ist nach Art der centrirbaren Substage-Apparate gebaut. In letzterem Falle trägt das Stück *d* einen Ring *e*, dessen Mittelpunkt in der optischen Achse des Mikroskopes liegt. In diesem Ringe liegt ein zweiter Ring, der durch

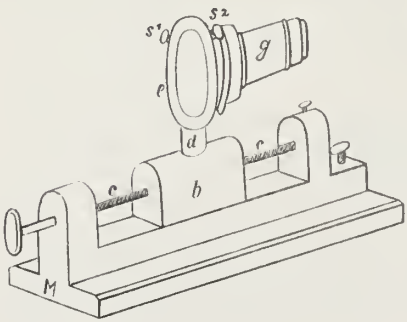



Fig. 60.

zwei Schrauben ($s_1$ und $s_2$) und einen Stift festgehalten wird; gegen den Stift drückt eine starke Feder. Durch Drehen der Schrauben $s_1$ und $s_2$ kann nun der innere Ring in gewissen Grenzen bewegt, respective centrirt werden; auf seiner vorderen Seite trägt dieser Ring das Gewinde für die aufzuschraubenden Objective ($g$) und dahinter einen Schlitz zur Aufnahme von Blenden.

### K. Das Heliostat und sein Ersatz.

Wenngleich ein Heliostat für mikrophotographische Arbeiten bei Benutzung von Sonnenlicht vom Standpunkte der Bequemlichkeit zu empfehlen ist, muss doch gesagt werden, dass dieses immerhin ziemlich kostspielige Instrument durchaus nicht unbedingt nöthig ist, sondern sich recht gut durch einen um eine horizontale und eine verticale Achse drehbaren und mit der Hand verstellbaren Spiegel ersetzen lässt. Die Expositionszeit, welche eine Aufnahme unter Benutzung der Sonne, dieser stärksten und vom mikrophotographischen Standpunkte aus günstigsten Lichtquelle, bedarf, ist eine so kurze, selbst bei Benutzung intensiv grüner Lichtfilter nur wenige Sekunden betragende, dass während dieser kurzen Zeit keine merkliche Veränderung des Sonnenstandes bemerkbar ist.

#### 1. Der verstellbare Planspiegel oder das Handheliostat.

Ein solcher Apparat ist meist ähnlich construirt, wie die fast in jedem physikalischen Schul-Laboratorium anzutreffenden für Demonstration des Sonnenmikroskopes etc. verwendeten Handheliostate. Er besteht in diesem Falle aus einem horizontalen Zahnrade, welches mit Hilfe eines zweiten kleinen Zahnrades oder mittels einer Schraube ohne Ende gedreht werden kann; auf diesem Zahnrade ist der Träger der Spiegelaxe befestigt, und zwar besteht derselbe entweder aus einer vom Mittelpunkte des Zahnrades abstehenden, sich oben gabelnden Metallstange, oder aus zwei nahe der Peripherie des Zahnrades entspringenden verticalen Metallsäulen. Die Achse des Spiegels steht horizontal und trägt ausserhalb ihrer Achsenlager meist einen mit Hilfe einer Schraube verstellbaren Hebel, der mittels einer Klemmschraube in beliebiger Lage auf der Spiegelachse festgestellt werden kann. Wird die Klemmschraube gelockert, so kann der Spiegel um seine Achse gedreht werden, wird sie aber festgeklemmt, so kann eine Bewegung des Spiegels nur mehr durch Drehen der auf den Hebel wirkenden Schraube herbeigeführt werden. Zuweilen ist anstatt des Hebels auch hier ein Zahnrad aufgesetzt, welches durch eine

Schraube ohne Ende bewegt werden kann. Der Spiegel ist auf der Achse derart angebracht, dass die Drehungsachse in die reflectirende Fläche des Spiegels zu liegen kommt. Der von Zeiss seinem mikrophotographischen Apparate beigegebene Spiegel ist sowohl um die horizontale, als um die verticale Achse mit Hilfe eines durch eine Mikrometerschraube verstellbaren Hebels beweglich, gleichzeitig ist die den Spiegel tragende Säule höher und tiefer stellbar (s. Fig. 28). Hinsichtlich der nothwendigen Grösse eines solchen verstellbaren Spiegels möchte ich bemerken, dass für gewöhnliche mikrophotographische Aufnahmen ein verhältnissmässig kleiner Spiegel (von etwa 10 cm Durchmesser) genügt; soll der Spiegel aber auch für mikrophotographische Momentaufnahmen dienen, so möchte ich einen grösseren (Format 16 × 21 cm) empfehlen.

Die horizontale Drehungsachse des verstellbaren Spiegels soll sich in der Höhe der optischen Achse des Gesammt-Instrumentariums befinden, wenn der Spiegel auf einem der Laufbretter der optischen Bank postirt ist. Dieser Zustand ist bei Zeiss'ens Spiegel, der, wie erwähnt, in der Höhe verstellbar ist, leicht herzustellen, bei anderen Apparaten wird man ihn durch eine entsprechend dicke Holz-Unterlage ohne Schwierigkeit herbeiführen.

Nach der übereinstimmenden Aussage der Mikrophotographen ist es vorzuziehen, sich eines Silberspiegels zu bedienen, da durch Verwendung eines gewöhnlichen belegten Glasspiegels Unzukömmlichkeiten durch die bei solchen Spiegeln naturgemäss vorhandenen zwei spiegelnden Flächen (vordere Glasfläche und Metallbelag) entstehen.

Benecke (S. 23) und Jeserich (S. 52) empfehlen als sehr gute Vorschrift zur Selbstherstellung solcher Metall- (Silber)spiegel das von A. Martin in den Comptes rendus pro 1863 angegebene Recept.

Man bereitet:

1. eine Lösung von 10 g Argent. nitric. in 100 ccm Aqua destillata,
2. eine wässerige Ammoniaklösung von 13 Grad Cartier (= 14 Grad Beaumé),
3. eine Lösung von 20 g Natron hydricum purum in 500 ccm Aqua destillata,
4. eine Lösung von 25 g Rohrzucker in 200 ccm Aqua destillata. Zu dieser Lösung setzt man 1 ccm Acidum nitricum von 36,6 Grad C. (= 38,5 Grad B.), kocht dann 20 Minuten lang,

um den Zucker zu invertiren, und bringt das Volum der Flüssigkeit durch Zusatz von 50 ccm Alkohol von 36 Grad C. (= 37 Grad B.) und von Aqua destillata auf 500 ccm.

Aus diesen verschiedenen Lösungen wird die Versilberungsflüssigkeit folgendermassen bereitet: Man giesst in eine Flasche 12 ccm Höllensteinlösung (1), 8 ccm Ammoniak (2), 20 ccm Natronlösung (3) und 60 ccm Aqua destillata. Sind alle Verhältnisse richtig getroffen, so bleibt die Flüssigkeit klar und ein zugesetzter Tropfen der Höllensteinlösung muss einen bleibenden Niederschlag veranlassen. Man stellt nun die Flüssigkeit 24 Stunden lang ruhig bei Seite und kann sie dann zur Versilberung anwenden.

Die zu versilbernde Fläche des Glases wird mit etwas Salpetersäure von 36 Grad C. mittels eines kleinen Läppchens abgerieben, darauf mit destillirtem Wasser abgespült, getrocknet und dann auf einem Gestell von Glasstäben an die Oberfläche eines Bades gesetzt, das aus der Versilberungsflüssigkeit mit Zusatz von $^1/_{10}$ bis $^1/_{12}$ der invertirten Rohrzuckerlösung (4) besteht.

Unter dem Einflusse des Tageslichtes wird das Bad erst gelb, dann braun, und in 2—5 Minuten ist die ganze Oberfläche des eintauchenden Glases mit einer feinen Silberschicht bedeckt, die nach 10 bis 15 Minuten die erforderliche Dicke besitzt. Der Spiegel wird nun erst mit gewöhnlichem, dann mit destillirtem Wasser abgespült und zum Trocknen hingestellt. Nach dem Trocknen zeigt die Silberschicht eine vollkommene Glätte und ist nur noch von einem leichten weisslichen Anflug bedeckt, der sich durch sanftes Abreiben mit feinem Leder und etwas Polirroth leicht entfernen lässt. Die nun zu Tage tretende glänzende Fläche ist vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften zur Benutzung für optische Zwecke ganz besonders geeignet.

Bei allen ihren Vorzügen haben aber diese Silberspiegel die Unannehmlichkeit, dass sie bald anlaufen und ihren Glanz verlieren. Sie erfordern dann eine neue Politur und wenn man dieselbe mehrmals wiederholt hat, werden sie uneben und schrammig, so dass man von Zeit zu Zeit eine neue Versilberung vornehmen muss.

Bei der hohen Empfindlichkeit der Trockenplatten, bei denen es bei Benutzung von Sonnenlicht auf ein wenig Lichtverlust nicht ankommt, möchte ich noch mehr als diese, wie eben erwähnt, dem baldigen Verderben unterliegenden Silberspiegel, solche aus schwarzem Glase empfehlen; natürlich müssen dieselben vollständig plan sein. Für Momentmikrophotographien, bei denen wir es wohl meist mit

nicht allzu schwierigen Objecten zu thun haben, leistet mir ein gewöhnlicher Spiegel recht gute Dienste; für diesen speciellen Fall möchte ich nämlich den Spiegel aus schwarzem Glase nicht empfehlen, da wir für Momentbilder jeden Lichtverlust nach Möglichkeit hintanhalten müssen.

Da wie erwähnt die Anwendung von Spiegeln jederzeit einen nicht unbedeutenden Lichtverlust (mindestens 25 Proc.) mit sich führt, so wird man bei Verwendung *künstlicher*, also ohnedem meist nicht allzu starker Lichtquellen möglichst von ihrer Verwendung absehen.[1]) Der Träger des Spiegels, der die oben erwähnte Drehbarkeit desselben um eine horizontale und verticale Achse ermöglicht, sollte derart eingerichtet sein, dass diese Bewegungen auch von der Ferne, d. h. von dem an der Einstelltafel arbeitenden Mikrophotographen ausgeführt werden können; es sollte also eine passende Uebertragung mittels Schnüren oder Stäben vorhanden sein, die in ähnlicher Weise eingerichtet sein kann, wie die Seite 41 beschriebenen Ferneinstellungsvorrichtungen der Mikrometerschraube.

Um mit Sicherheit zu wissen, ob die während der Einstellung gefundene *beste Richtung der Lichtstrahlen* auch noch im Momente der Exposition dieselbe ist, muss eine Einrichtung angebracht werden, welche gestattet, sich jederzeit von diesem Verhältnisse zu überzeugen. Diese Einrichtung ist besonders dann nöthig, wenn bei der bestimmten Anordnung Einstellung und Exposition nicht unmittelbar auf einander folgen können.

In einfacher Weise erreichen wir das genannte Ziel, wenn wir in den Weg der Sonnenstrahlen zwei Blenden von gleicher Oeffnung in einiger Distanz von einander (40 cm) aufstellen, die eine nahe am Reflexionsspiegel, die andere nahe am Mikroskope. Wenn wir die Blendungen, die zu diesem Behufe zweckmässig auf einem der Seite 80 beschriebenen höher und tiefer stellbaren Stative (s. Fig. 53) ange-

1) In früherer Zeit baute man, um selbst bei Verwendung von Sonnenlicht Spiegel zu vermeiden, mikrophotographische Apparate, welche auf einem parallactischen Stative befestigt wurden, so dass man in den Stand gesetzt war, mit dem Apparate dem Laufe der Sonne zu folgen und also bei directem, nicht erst durch Spiegel reflectirtem Sonnenlichte zu arbeiten; da bei diesen Stativen nur bei sehr solider und daher auch sehr kostspieliger Herstellung eine so grosse Stabilität zu erreichen ist, wie sie besonders bei Aufnahmen mit sehr starken Systemen nöthig ist, hat man diese Anordnung in neuerer Zeit, wie ich glaube, ganz fallen gelassen, um so mehr, da bei der hohen Empfindlichkeit der Trockenplatten ein Verlust an Licht durch Reflexion kaum in Betracht kommt. Vergl. (1) S. 69.

bracht sein können, richtig gestellt haben, so fällt das durch die erste Blende begrenzte Lichtbüschel genau durch die Oeffnung der zweiten, ohne auch nur den Rand der Oeffnung der letzteren zu beleuchten; verändert sich hingegen der scheinbare Stand der Sonne nur um ein sehr geringes, so sehen wir die eine Seite der gegen das Mikroskop zu stehenden Blende etwas beleuchtet und müssen die Spiegelstellung entsprechend ändern.

Auf andere Weise kann unser Zweck erreicht werden, wenn wir in den Weg der von dem Planspiegel reflectirten Sonnenstrahlen neben dem zur Beleuchtung des Objectes dienenden Strahlenbündel eine kleine Sammellinse (z. B. ein Brillenglas) von ca. 30 cm Brennweite einschalten und im Brennpunkte einen dunklen Carton aufstellen, auf dem man den Brennpunkt bei richtiger Spiegelstellung scharf markirt. Man kann das Fortrücken des Sonnenbildchens auf diese Weise gut verfolgen, respective den Spiegel entsprechend nachdrehen.

### 2. Das Heliostat.

Es giebt zweierlei Arten von Heliostaten, die einen reflectiren das auf ihren Spiegel auffallende Licht stets parallel zur Weltachse; diese Richtung ist aber unbequem und es muss deshalb ein zweiter Planspiegel in den Weg der reflectirten Lichtstrahlen eingeschaltet werden, um den in der Richtung der Weltachse aufwärts sich fortpflanzenden Strahl in horizontaler Richtung zu reflectiren. Da bei jeder Reflexion Licht verloren geht, so hat man später Heliostate construirt, bei denen nur ein Spiegel in Verwendung zu kommen braucht.

Ein Beispiel für ein Heliostat der ersten Art ist das von Meyerstein[1]) construirte, es ist in der Figur 61 abgebildet. Das Instrument wird so aufgestellt, dass die Achse *aa* der Weltachse parallel steht.

Nahe am unteren Ende ist an der Achse *aa* ein gezahntes Rad befestigt, welches durch das Uhrwerk *cc* in 24 Stunden einmal um seine Achse umgedreht wird, so dass also die Achse *aa* in jeder Stunde eine Drehung von 15 Grad erleidet.

Eine auf das obere Ende der Achse *aa* aufgeschobene und mittels einer Stellschraube fest zu klemmende Messinghülse endet oben mit einer halbkreisförmigen Gabel, zwischen deren Enden der ebene Spiegel *ss* so angebracht ist, dass er um eine rechtwinklig zu *aa*

1) Siehe u. A.: Joh. Müller, Lehrb. d. Physik. Bd. I, S. 516.

stehende Achse gedreht, und in jeder beliebigen Neigung gegen $aa$ festgestellt werden kann.

Der Spiegel $s's$ wird nun so gestellt, dass der einfallende Strahl $ro$ nach $op$, der Verlängerung der Achse $aa$, reflectirt wird, dass also der reflectirte Strahl, in die Richtung der Weltachse fallend, gegen den Nordpol des Himmels gerichtet ist.

Wird nun bei unveränderter Neigung des Spiegels $ss$ gegen die Weltachse die derselben parallele Achse $aa$ durch das Uhrwerk mit derselben Winkelgeschwindigkeit gedreht, mit welcher die Sonne sich um die Weltachse bewegt, so

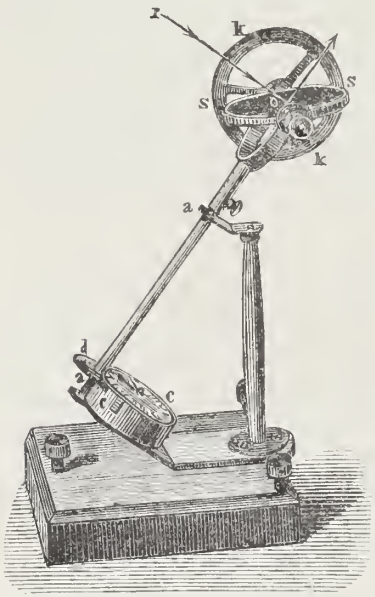


Fig. 61.

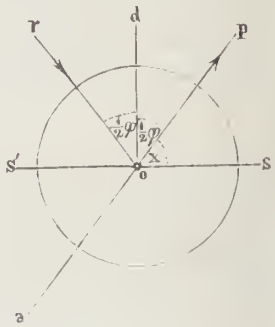


Fig. 62.

ist leicht zu übersehen, dass der reflectirte Strahl stets mit $op$, der Richtung der Weltachse, zusammenfallen muss.

Wie gross die Neigung der Spiegelebene gegen die Weltachse sein müsse, ergiebt sich aus folgender Betrachtung:

Es sei $ap$, Fig. 62, die Richtung der Weltachse, $o$ der Mittelpunkt des Spiegels, $ro$ der einfallende Strahl. Die Poldistanz der Sonne, also den Winkel $rop$ wollen wir mit $\varphi$ bezeichnen. Soll nun der Strahl $ro$ nach $op$ reflectirt werden, so muss das Einfallsloth $od$ den Winkel $rop$ halbiren, der Winkel $dop$ muss $^1/_2\,\varphi$ sein. Da ferner die Spiegelebene $s's$ rechtwinklig auf $od$ stehen, der Winkel $dos$ also 90 Grad sein muss, so ergiebt sich für den Winkel $x$, welchen die Spiegelebene $os$ mit der Weltachse $op$ macht, der Werth

$$x = 90 \text{ Grad} - {}^1/_2\,\varphi.$$

Wäre z. B. für einen bestimmten Tag die nördliche Declination der Sonne gleich 20 Grad, so wäre $\varphi = 90$ Grad $-$ 20 Grad $=$ 70 Grad, also $x = 55$ Grad. An einem Tage, an welchem die Sonne 20 Grad südlich vom Aequator steht, ist $\varphi = 110$ Grad, an diesem Tage ist also der Spiegel so zu stellen, dass $x = 35$ Grad.

Zur richtigen Einstellung des Spiegels dient der getheilte Kreis $kk$, Fig. 61, über welchem sich parallel mit der Spiegelebene ein Zeiger bewegt, der auf Null steht, wenn die Spiegelebene mit der Weltachse zusammenfällt, wenn also der Winkel $pos$ gleich Null ist.

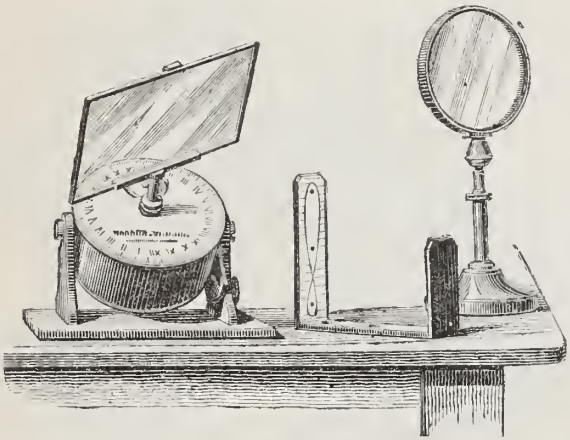


Fig. 63.

Bei richtiger Einstellung liefert also dieses Instrument einen reflectirten Strahl, welcher, während die Sonne ihre tägliche Bewegung fortsetzt, doch unverändert die Richtung der Weltachse beibehält.

Das von E. Hartnack in Potsdam construirte, von Stein aufs Wärmste empfohlene Heliostat ist ebenfalls ein Beispiel für ein Heliostat aus der oben erwähnten ersten Gruppe. Stein sagt über dasselbe folgendes: „Das Instrumentarium besteht aus einem Uhrwerke, das einen grossen reflectirenden Planspiegel trägt, welcher dem Gange der Sonne regelmässig folgt und das Sonnenbild immer auf derselben Stelle des Objectes erhält. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass seine Stellung regelmässig der jeweiligen Sonnenebene mittels Datumscurve angepasst werden muss. Um dies zu erreichen, dient der in unserer Abbildung, Fig. 63, zwischen dem Uhrwerke und der daselbst sichtbaren Beleuchtungslinse befindliche, rechtwinklig montirte Apparat. Nachdem das Heliostat aufgestellt

und mit seiner Achse nach Norden gerichtet worden ist, wird das rechtwinklig gebogene Stück so auf das Centrum des Uhrwerkes gesetzt, dass der daran angebrachte Zeiger die Tageszeit auf dem grossen Zifferblatte wie eine Sonnenuhr als Schattenbild angiebt, und ein durch die kleine Oeffnung des kürzeren Schenkels fallender Sonnenstrahl auf denjenigen Theil der erwähnten Curve fällt, an

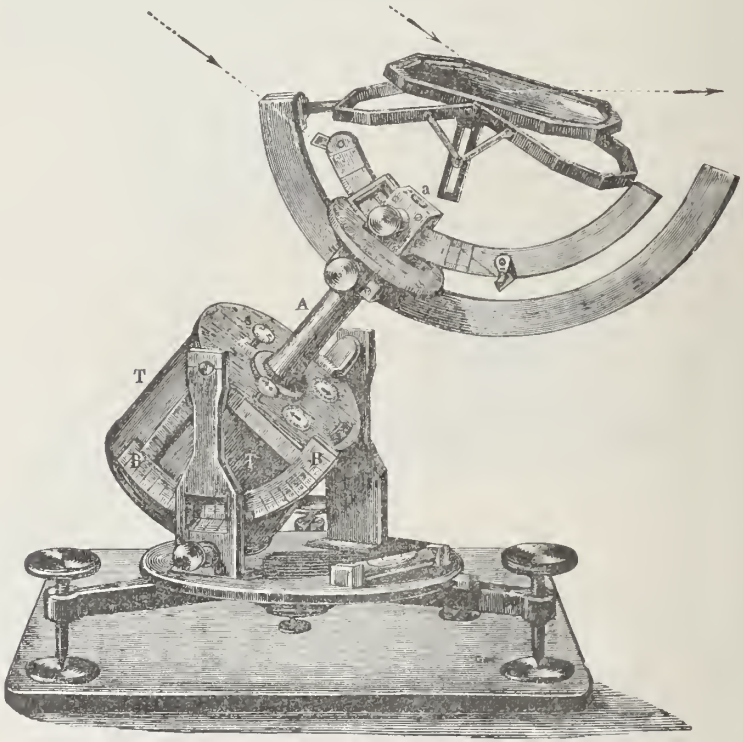



Fig. 64.

welchem das Datum des betreffenden Tages aufgeschrieben ist, an dem die Arbeit vorgenommen wird. Man dreht so lange das Uhrgehäuse in seiner Stellung auf und ab, bis die vorher aufgezogene Uhr die Neigung erhalten hat, in welcher auf dem aufgesteckten rechtwinkligen Stücke der Sonnenstrahl das richtige Datum anzeigt. Ist auf diese Weise die richtige Stellung der Ebene der Uhr gefunden, so wird das rechtwinklige Stück wieder abgesetzt und der Spiegel aufgesteckt. Der zweite in der Figur befindliche runde Spiegel dient dazu, das Sonnenbild nach irgend einer beliebigen Stelle des

zu beleuchtenden Raumes oder des zu beleuchtenden Präparates zu werfen."

Als Beispiel eines Heliostaten der zweiten Art sei hier das von Silbermann construirte beschrieben [1]), wenngleich es seines hohen Anschaffungspreises wegen wohl selten in einem mikrophotographischen Laboratorium Eingang finden dürfte; es ist in Fig. 64—66 dargestellt.

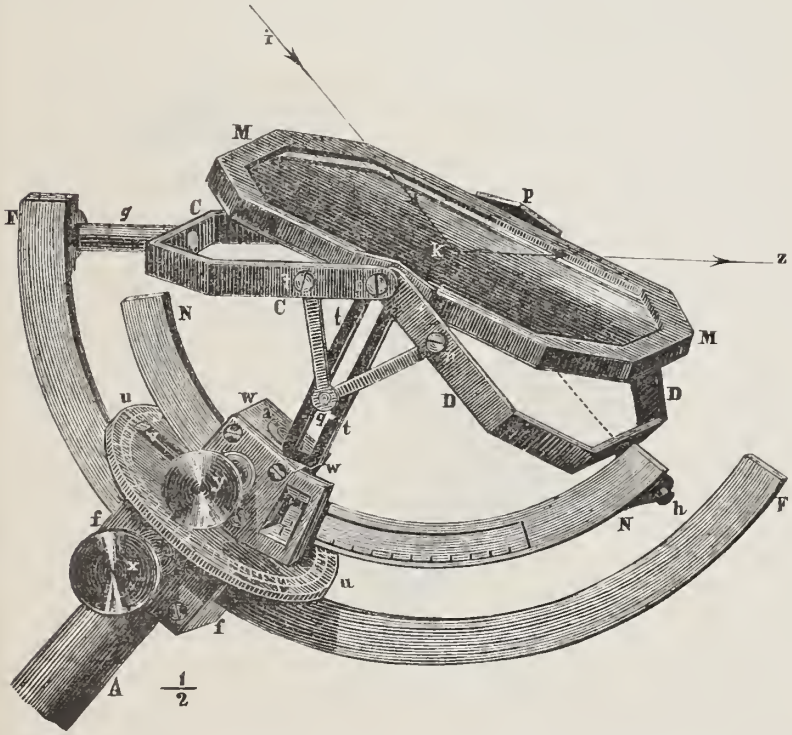



Fig. 65.

Wenn das Instrument richtig aufgestellt ist, so fällt die Achse der Säule *A* mit der Richtung der Weltachse zusammen. Diese Säule *A* besteht aber aus drei concentrischen in einander steckenden Theilen, von denen der mittlere $x$, Fig. 66, eine auf der oberen Fläche der Trommel *T* befestigte Hülse ist, welche vollkommen feststehend in keinerlei Weise gedreht werden kann. Auf dem oberen Ende dieser Hülse ist die in der Mitte durchbohrte, kreisförmige

1) Müller, Lehrb. d. Physik. Bd. I, S. 518.

Scheibe *uu* befestigt, welche die Stelle eines Uhrzifferblattes vertritt. Der ganze Umfang ist in 24 Stunden, jede Stunde ist wieder in 12 gleiche Theile getheilt, so dass der Zwischenraum zwischen je zwei auf einander folgenden Theilstrichen einem Zeitintervall von 5 Minuten entspricht.

Die durch die Achse der Säule *A* gelegte Verticalebene schneidet das Zifferblatt in den beiden Theilstrichen, welche, dem Mittag und der Mitternacht entsprechend, mit 12 bezeichnet sind.

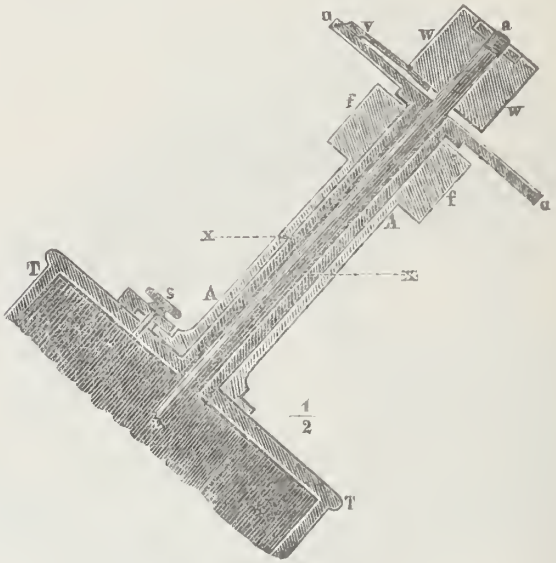



Fig. 66.

Auf dieser festen, oben mit dem Zifferblatt endigenden Hülse *x* steckt eine zweite, um die erstere frei drehbare Hülse, welche den äusseren Umfang der Säule *A* bildet und welche durch eine Klemmschraube *s* festgestellt werden kann. Oben endigt diese drehbare Hülse mit einem würfelförmigen Ansatz *ff*, in welchem der messingene Bogen *FF*, Fig. 65, verschiebbar ist und in jeder beliebigen Stellung durch die Klemmschraube *x* festgestellt werden kann.

Den innersten Theil der Säule *A* bildet eine Metallachse *a*, welche durch das in der Trommel *T* befindliche Uhrwerk in 24 Stunden einmal umgedreht wird. Auf dem oberen Ende dieser Achse ist ein würfelförmiger Körper *w* aufgesteckt, welcher frei um diese Achse drehbar ist und in welchem der Messingbogen *NN*, Fig. 65, verschoben und in beliebiger Stellung durch die Klemmschraube *y* fixirt

werden kann. An diesem Würfel $w$ ist ein Zeiger $v$ befestigt, welcher sich über die Stundentheilung der festen Scheibe $u$ hinwegbewegt, wenn $w$ um seine Achse gedreht wird.

Durch eine auf der Hinterseite des Würfels $w$ gelegene, in unserer Figur also nicht sichtbare Klemmschraube kann der Würfel $w$ fest mit seiner Achse verbunden werden. Ist dies geschehen, so kann der Würfel $w$ freilich nicht mehr frei gedreht werden, er nimmt aber nun sammt dem Zeiger $v$ an der Umdrehung der Uhrachse $a$ Theil, so dass der Zeiger in 6 Stunden einen Viertelkreis durchläuft.

Ist die Säule $A$ mit der Weltachse parallel und der Zeiger $v$ auf 12 Uhr gestellt, so fällt der Messingbogen $NN$ in die Ebene des Meridians. Hat man den Würfel $w$ in dieser Stellung gerade in dem Moment eingestellt, in welchem die Sonne culminirt, und ihn sogleich an seine Achse angeklemmt, so wird, von dem Uhrwerk gedreht, der Zeiger $v$ nach 1, 2, 3 u. s. w. Stunden auf 1, 2, 3 u. s. w. Uhr zeigen, und gleichzeitig wird auch der Bogen $NN$ so um die Weltachse gedreht, dass seine Ebene stets mit dem Stundenkreise der Sonne zusammenfällt.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des Spiegels und seiner Bewegung.

Die Mitte des Spiegels $MM$, Fig. 65, liegt in der Verlängerung der Säule $A$. Auf der einen Seite des Spiegelrahmens ist eine geschlitzte Schiene $t$ befestigt, welche rechtwinklig auf der Spiegelebene steht, also dem Einfallsloth der auf den Spiegel fallenden Strahlen parallel ist.

Der Spiegel $MM$ wird von zwei Gabeln $CC$ und $DD$ getragen, welche den Spiegel einerseits bei $c$, andererseits bei $\rho$ fassen. Ein Metallstab $g$ bildet die Verlängerung der Mittellinie der Gabel $C$, das Metallstäbchen $h$ bildet die Verlängerung der Mittellinie der Gabel $D$.

Das Stäbchen $h$ wird von dem einen Ende des messingenen Bogens $NN$ und in gleicher Weise wird das Stäbchen $g$ von dem einen Ende des Bogens $FF$ getragen.

Der Gabel $C$ ist eine Drehung um die Achse des Stäbchens $g$ gestattet, während das an der Gabel $D$ befestigte Stäbchen $h$ in der cylindrischen Oeffnung drehbar ist, in welcher es steckt.

Durch das Leistchen $lq$ ist die Gabel $CC$, durch das Leistchen $nq$ ist die Gabel $DD$ mit der Schiene $tt$ verbunden, jedoch so, dass den Enden der Leisten bei $l$, bei $n$ und bei $q$ eine Drehung um den Verbindungszapfen gestattet ist und dass die beiden unteren Enden

der Leistchen bei $q$ durch den sie zusammenhaltenden Zapfen in der Spalte der Schiene $t$ zu bleiben genöthigt sind

Da nun $cl = cn$ und $lq = nq$, so ist das Dreieck $lqc$ gleich dem Dreieck $ncq$, wie auch der Winkel geändert werden mag, welchen die Leistchen $nq$ und $lq$ bei $q$ mit einander machen. Daraus folgt aber, dass die Ebene der Gabel $C$ und die Ebene der Gabel $D$ stets gleiche Winkel mit der Schiene $t$, mithin auch gleiche Winkel mit der Ebene des Spiegels $MM$ machen.

Wenn also ein Lichtstrahl $ik$ in einer solchen Richtung auf den Spiegel fällt, dass seine Verlängerung die Mittellinie der Gabel $D$ und die Achse des Stäbchens $h$ bildet, so wird dieser Strahl nach einer Richtung $kz$ reflectirt, welche die Verlängerung des Stäbchens $g$ und der Mittellinie der Gabel $l$ bildet.

Um zu machen, dass die Mittellinie $kh$ der Gabel $D$ wirklich die Verlängerung des einfallenden Strahles $ik$ bildet, muss man den Bügel $NN$ mittels der Stellschraube $y$ in einer solchen Lage festklemmen, dass der Winkel, welchen $kh$ mit der Weltachse bildet, gleich ist der Poldistanz der Sonne für den Tag, an welchem man gerade das Instrument gebrauchen will.

Diese Einstellung lässt sich nach der dem Versuchstage entsprechenden Declination der Sonne mittels einer auf dem Bogen $NN$ angebrachten Theilung ausführen.

Ist dies geschehen, so wird der Würfel $w$ in einer solchen Stellung an seine Achse angeklemmt, dass der Zeiger $v$ auf den Theilstrich des Zifferblattes zeigt, welcher der wahren Zeit des Augenblicks entspricht, in welchem man das Uhrwerk in Gang setzt. Wird alsdann das Instrument so aufgestellt, dass die Säule $A$ in den astronomischen Meridian zu liegen kommt, so fällt wirklich $kh$ in die Verlängerung der einfallenden Strahlen und bleibt in der Verlängerung derselben, so lange das Uhrwerk die Achse der Säule $A$, also auch die Ebene des Bogens $NN$ mit der entsprechenden Geschwindigkeit umdreht.

Wenn aber $kh$ stets in der Richtung der einfallenden Strahlen bleibt, so fällt die Richtung der reflectirten Strahlen auch stets in die Verlängerung des Stäbchens $g$. Durch Verschieben des Bogens $FF$ in dem Würfel $f$ und durch Drehung der äusseren Hülse der Säule $A$, wodurch die Ebene des Bogens $FF$ gedreht wird, kann man das Stäbchen $g$ und die Mittellinie der Gabel $C$ in jede beliebige Lage

bringen und in derselben feststellen, wodurch dann auch den reflectirten Strahlen eine unveränderliche Richtung gesichert wird.

Als besonders vortheilhaft sowohl wegen seiner soliden Construction, als wegen seines geringen Preises wird von Konkoly das von Johnston construirte und von der Firma Schmidt & Hänsch in Berlin in Handel gebrachte Heliostat empfohlen. Konkoly beschreibt dieses Heliostat in folgender Weise:

Dieses Heliostat ist unter diejenigen einzureihen, bei welchen sich der Spiegel nicht wie ein Aequatorial bewegt, sondern um eine

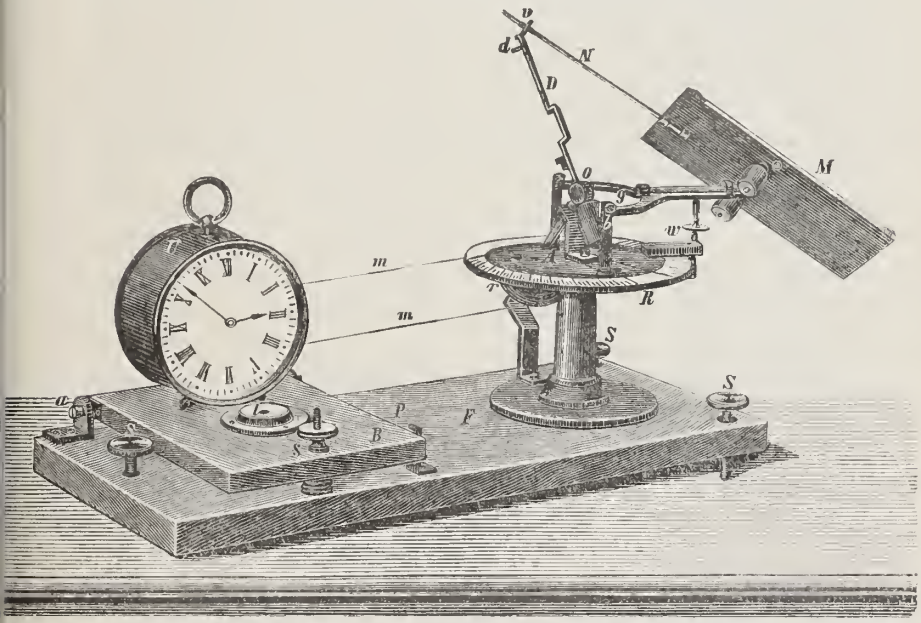



Fig. 67.

horizontale und verticale Achse, während dieser die parallactische Bewegung durch ein weiteres Achsensystem mitgetheilt wird.

Das Instrument ist auf ein Mahagoni-Brett $F$ (Fig. 67) montirt, welches sich durch die drei Stellschrauben $SSS$ horizontal stellen lässt. Die Uhr $U$ ist auf ein zweites Brett $B$ befestigt, welches sich um eine Horizontalachse bei $a$ ein wenig bewegen und durch eine Schraube mit Gegenfeder $s$ verstellen lässt. Zwischen der Uhr und der Schraube $s$ befindet sich am Brettchen $B$ eine kleine Dosenlibelle $l$ angebracht, mit deren Hilfe man den Apparat horizontal stellen kann.

Die Hauptachse $A$ des Heliostaten sitzt nicht an der Uhr selbst, sondern sie ist von dieser räumlich ganz getrennt, jedoch mit ihr

durch eine Schnur *mm* verbunden. Diese Schnur geht einerseits über das Bodenrad der Uhr, andererseits um den Schnurlauf *r* der Polarachse des Heliostaten. Der Spiegel *M* ruht in seiner Achse *g* mit einer um die Horizontalachse *t* drehbaren Gabel, die mittels der Schraube *w* gehoben und gesenkt werden kann. Die Achse *t* und die Schraube *w* werden von einem um die Hauptachse *A* drehbaren Ringe *R* getragen. *O* ist die Declinationsachse, sie nimmt den Stab *od* auf und vermittelt durch das Universalgelenk *v* und den Stab *N* die nöthige parallactische Bewegung des Spiegels.

Die Einstellung geschieht folgender Weise: der Ring *R* ist im Principe nichts weiter als eine Sonnenuhr, deren Limbus von 5 zu 5 Minuten getheilt ist. Es ist dem Instrumente ein Gnomon beigegeben, den man in dem Mittelpunkte des Ringes *R* aufstellt, um nach seinem Schatten auf der Sonnenuhr die Orientirung vorzunehmen. Man drehe zu diesem Zwecke das Instrument so lange hin und her, bis der Schatten des Gnomons auf dem Theilstriche steht, welchem die wahre Sonnenzeit in dem Augenblicke entspricht. Wenn dies geschehen ist, so kann angenommen werden, dass die Polarachse nahezu im Meridian liegt und man hat dann weiter noch die Declinationsachse für die Declination der Sonne einzustellen. Einen Declinationskreis vertritt an diesem Instrument ein an dem Stabe *od* befestigtes kleines Diaphragma, durch dessen Oeffnung die Sonne auf einen kleinen Schirm fallen muss. Ist dies erreicht, so hat man den ganzen Spiegel so lange zu drehen, bis der reflectirte Sonnenstrahl auf den verlangten Punkt geworfen wird und hierauf die Polarachse *A* mit dem Uhrwerke *U* zu verbinden.

Diese Instrumente sind gewöhnlich für 50 Grad geographischer Breite angefertigt, können aber auch für naheliegende Breiten ohne Weiteres verwendet werden; man hat nur die Platte *B* mit der Schraube *s* am Gradbogen *P* soweit es nöthig ist, zu verstellen und dann mit dem den Stellschrauben *SSS* und dem Niveau *l* das Grundbrett *F* horizontal zu stellen. Dadurch ist der Polarachse *A* die gehörige Neigung ertheilt worden.

### L. Einrichtung, um bei umgelegtem Mikroskope bequem einstellen und beobachten zu können.

Bei den meisten mikrophotographischen Apparaten, mit Ausnahme des neuen Zeiss'schen, ist es unbequem am Mikroskope zu beobachten (z. B. um die beste Stelle des Präparates aufzusuchen, die Beleuchtung zu reguliren etc.), man ist entweder genöthigt das

Mikroskop ganz von der optischen Bank zu entfernen und diese Manipulationen auf separatem Tische durchzuführen, oder man muss wenigstens sehr unbequeme Stellungen einnehmen, um ohne Störung der centrirten Aufstellung des Instrumentariums diese Arbeiten zu besorgen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen kann entweder ein bildumkehrendes Prisma am Ocular aufgesteckt werden, wodurch ein Beobachten von der Seite möglich und die Unannehmlichkeit meist etwas verringert ist; noch viel besser eignet sich aber nachstehender Apparat, Fig. 68. Derselbe besteht aus einem knieförmigen Messingrohr, dessen kürzerer Schenkel $A$ auf den Tubus $T$ aufgesteckt und mit der Schraube $a$ darauf fixirt werden kann. Im längeren Schenkel $BB_1$ ist ein Rohr $CC_1$ mit Zahn und Trieb beweglich, welches an seinem unteren Ende ein total reflectirendes Prisma $p$ trägt; das Rohr ist weit genug, um ein Ocular $o$ aufzunehmen. Um zu beobachten, braucht man nur mittels des Triebes das Prisma in das Innere des Rohres $A$ zu bringen; will man eine Aufnahme machen, so zieht man das Prisma wieder aus dem Tubus $A$ zurück und kann nun bei $n$, $n_1$ z. B. ein Projectionsocular einführen. Im Falle der Tubus des Stativs ein ausziehbarer ist, wird jenes Stück, um welches wir den Tubus durch Aufsetzen unseres Apparates verlängern, durch Einschieben des inneren Tubus zu paralysiren sein, so dass der Tubus sammt dem Aufsatze, d. h. bis zum Punkte $n$ die Länge von 160 mm nicht überschreitet. Bei Aufnahmen ohne Ocularbenutzung werden wir, sofern nicht der innere Tubus überhaupt entfernt wird (s. Cap. Stativ), besser unseren Aufsatz vor der Aufnahme entfernen, nachdem wir früher durch Ocularbeobachtung die beste Stelle des Präparates aufgesucht, und auch die Beleuchtung regulirt haben. Stört die durch das Aufsetzen unseres Apparates bewirkte, etwas grössere Einengung des Bilddurchmessers jedoch nicht, so können wir denselben naturgemäss auch an der Stelle belassen, und brauchen nur bei $n$ ein Blendenocular (s. Seite 78) einzuschieben, um Spiegelungen in dem meist glänzenden oberen Theil des Tubus zu vermeiden.

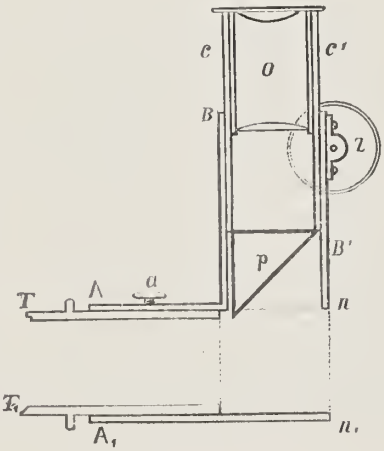


Fig. 68.

Wie schon anderorts erwähnt, sind manche mikrophotographischen Stative, z. B. jenes von Reichert, schon von vornherein mit einer ähnlichen Einrichtung ausgestattet, dieselbe ist dann mit Vortheil dicht hinter dem Objective angebracht und macht natürlich den eben beschriebenen Apparat vollständig entbehrlich.

### M. Apparate zur leichteren Orientirung opaker Objecte.

Ein kleiner Apparat, ähnlich wie er manchen Mikroskopen ohnedies beigegeben wird, leistete, mir besonders für Aufnahmen von Foraminiferen, recht gute Dienste, s. Fig. 69. Er besteht aus einer

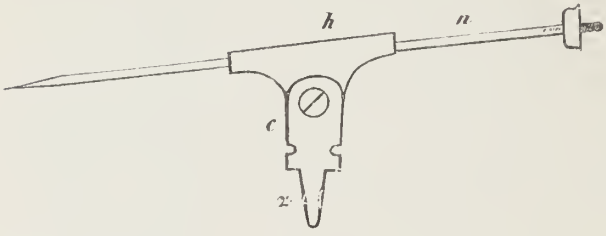



Fig. 69.

Fig. 71.

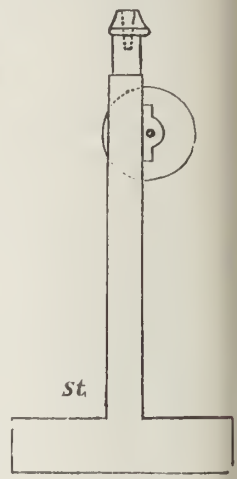



Fig. 70.

in einer federnden Hülse *h* verschieb- und drehbaren Nadel *n* von ca. 10 cm Länge, die sich obendrein durch passende Charniereinrichtung *c* neigen lässt. Der untere Theil des Charnieres trägt einen Zapfen *z*, der entweder auf einem passenden höher und tiefer stellbaren Stativ, Fig. 70, befestigt wird, oder, was oft vortheilhafter ist, in die Oeffnungen des Objecttisches eingesteckt wird, welche sonst zur Aufnahme der die Präparate fixirenden Klammern dienen. Letztere Befestigungsmethode ist besonders darum günstig, weil man beim Aufsuchen einer passenden Beleuchtung durch Drehen und Wenden des Mikroskopes gegenüber der Lichtquelle das Object nicht aus dem Focus verliert. — Die Objecte können an der Spitze der Nadel, auf welche man ein für alle Mal etwas Klebwachs bringt, leicht in jeder Lage fixirt werden; für manche Fälle (Bryozoen etc.) kann mit Vortheil anstatt der Nadel eine in die Hülse *h* einschiebbare sehr zarte Pincette, Fig. 71, Verwendung finden.

### N. Hilfsapparate für Aufnahmen bei schwachen Vergrösserungen mit Hilfe eines gewöhnlichen photographischen Objectives ohne Benutzung eines Mikroskopstatives.

Bei grösseren Objecten, welche ohne mikroskopisches Stativ, bloss mittels eines photographischen Objectives nur bei schwacher Vergrösserung (2—10mal) aufgenommen werden sollen, ist oft eine ans unglaubliche grenzende Geduld nöthig, den betreffenden Gegenstand in solcher Stellung vor dem Objective zu fixiren, dass sein Bild in die Mitte der matten Tafel fällt; es ist besonders dann schwierig dem Objecte die richtige Stellung zu geben, wenn wir gezwungen sind die Aufnahme mit horizontaler Camera zu machen.

Für solche Fälle hat sich mir ein supportartig construirtes Gestelle aus Zinkplatten als sehr practisch erwiesen; dasselbe besteht aus einer 18 cm im Quadrat messenden Zinkplatte, welche auf einem Laufbrettchen der optischen Bank fixirt werden kann. Auf dieser Platte ist mittels einer Schraube beweglich, eine in einer Führung gleitende zweite Zinkplatte derart verschiebbar, dass die Richtung der Verstellbarkeit senkrecht auf die Richtung der optischen Bank ist. Auf letzterer Platte kann das Object entweder durch untergelegte Holzklötzchen etc. passend festgestellt werden, oder man fixirt auf der verschiebbaren Platte erst das oben beschriebene Stativ mit Charnier und Pincette und kann in letzterer das Object festklemmen. Hierdurch ist man im Stande, das Object auf sehr bequeme Weise nach Bedarf zu heben und zu senken, und nach rechts oder links zu verschieben, sowie durch Verschieben des Laufbrettchens dem Objective zu nähern oder von ihm zu entfernen. Hat man für das betreffende zu verwendende Objectiv einmal in ähnlicher Weise wie für Mikroskop-Objective die Vergrösserung bei bestimmten Balglängen gemessen, so braucht man nur die entsprechende Balglänge herzustellen und dann das Object durch Verschieben des Laufbrettchens derart zu stellen, dass das Bild die grösste Schärfe auf der Visirscheibe besitzt. Bemerkt muss hierbei werden, dass in diesem Falle als Balglänge die Distanz von der Blendenöffnung des Objectives (Porträtobjectiv, Aplanat etc.) bis zur Visirscheibe betrachtet wird.

Zu Aufnahmen solcher Objecte, welche eine Aufstellung in verticaler Richtung nicht vertragen und die nur in natürlicher Grösse, oder bei schwacher Vergrösserung mit Hilfe eines gewöhnlichen

photographischen Objectives bei durchfallendem Lichte aufgenommen werden sollen, leistet in Ermangelung des Seite 69 beschriebenen Physiographen bei vielen mikrophotographischen Apparaten das nachstehend abgebildete Tischchen, Fig. 72, sehr gute Dienste. Dasselbe besteht aus einem mit einem Falze versehenen Rahmen, in dem eine Spiegelglasplatte *s* vom Formate 13 × 13 cm ruht. Zwischen den diesen Rahmen tragenden, etwa 20 cm hohen Brettchen *m* ist ein genügend grosser Planspiegel *p* (13 × 18 cm) beweglich angebracht. Unter der Platte des Tischchens sind zwei mit Nuthen versehene Leisten *l* befestigt, zwischen denen eine Mattscheibe oder farbige Gläser etc. eingeschoben werden können. Das Tischchen wird beim Gebrauche unter das Objectiv des vertical gestellten Apparates gebracht, vor dem Spiegel in günstiger Entfernung ($^1/_2$ Meter) eine Lichtquelle (Gaslampe oder dergl.) aufgestellt und durch entsprechendes Drehen des Spiegels respective des Kopfes *k* derselbe in passende Lage gebracht. Man achte insbesondere bei Aufnahme von in Flüssigkeiten suspendirten Körpern, dass die Lichtquelle sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit nicht spiegle und stelle deshalb zwischen das auf der Spiegelplatte *s* postirte Object und die Lichtquelle einen Schirm von Carton oder dergleichen auf das Tischchen. In dem eben erwähnten Falle, wo man ein in Alcohol oder Wasser befindliches Object im durchfallenden Lichte aufzunehmen wünscht, trachte man sich eine Glastasse mit möglichst ebenem Boden zu verschaffen. Besser ist es noch, man stellt sich eine solche selbst her, indem man auf eine dünne Spiegeltafel einen Glasreifen (cylindrische Glasfläche durch Absprengen des Bodens einer Krystallisirschale zu erhalten) entweder mit Gelatine (für alcoholische Lösungen) oder Colophonium-Wachsmischung (s. Seite 82) (für wässerige Lösungen) aufkittet.

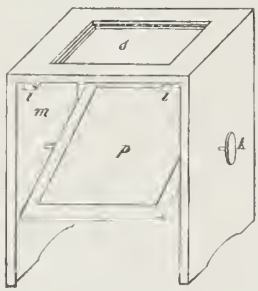


Fig 72.

Zu beachten ist schliesslich noch, dass man solche Objecte, welche nicht in einer Ebene liegen, oder welche frei in der Flüssigkeit flottiren, am besten in derselben mit einer gut gereinigten dünnen Spiegeltafel, oder wenn sie sehr zart sind, mit einem grossen Deckglas oder Glimmerblatt, bedeckt. Insbesondere hüte man sich bei derartigen Aufnahmen vor Erschütterungen, da die geringsten Wellen der Flüssigkeit ein unscharfes Bild bedingen.

### O. Einrichtung zur Aufstellung von Glasschalen mit Culturen von Spaltpilzen.

Aufnahmen von Wachsthumserscheinungen der Mikroorganismen werden meist bei schwachen Vergrösserungen vorgenommen und müssen theils noch mit Hilfe des Mikroskopes, theils bloss mittels eines gewöhnlichen photographischen Objectives ausgeführt werden. Wenn die Mikroorganismen den Nährboden nicht verflüssigen, und deshalb nicht von vorneherein eine Aufnahme mit verticaler Camera nöthig machen, ist es bequemer, die Aufnahme mit horizontaler Camera durchzuführen. Es handelt sich hierbei nun darum, diejenige Stelle der Culturplatte, welche am instructivsten ist, auf bequeme Art unter das Objectiv, sei es ein Mikroskop-Objectiv oder ein Aplanat, zu bringen. Hierzu leistet mir ein Apparat, Fig. 69, gute Dienste, der aus zwei Gusseisenständern *m* besteht, in denen sich Eisenröhren *s* auf- und abschieben und durch Klemmschrauben *k* in beliebiger Höhe fixiren lassen. In die Röhre lassen sich oben kleine kreisrunde Tischchen *n* mit ihrem aus einer Schraube bestehenden Ansatze *a* einschrauben. Durch Drehen dieser Tischchen kann ein langsames Heben und Senken derselben erzielt werden. Die beiden Ständer werden rechts und links vom Objecttisch des Mikroskopes aufgestellt, und über die Tischchen wird eine zweimal gebogene Eisenschiene *e* gelegt, auf welcher dann das betreffende Culturgefäss *g* leicht postirt und eventuell mittels einer Klammer oder Zwinge *z* festgehalten werden kann. Bei Verwendung eines gewöhnlichen photographischen Objectives (Aplanat) empfiehlt es sich, die beiden Ständer sammt Schiene auf einem genügend breiten Laufbrette der optischen Bank aufzustellen, da man hierdurch das behufs Aufsuchens der richtigen Stärke der Vergrösserung nöthige Nähern und Entfernen des Objectes gegenüber dem Objectiv weit leichter bewerkstelligen kann.

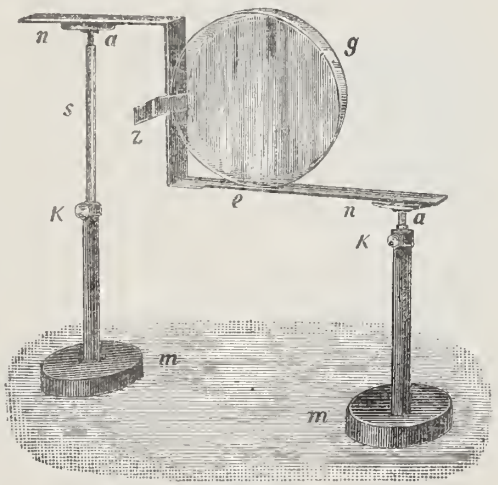


Fig. 73.

Bemerkt mag an dieser Stelle werden, dass man, falls die Culturen in Glasschalen angestellt werden, diese nicht tief und mit möglichst planem Boden wählen möge; in solchem Falle ist es auch möglich, die Schale in geschlossenem Zustande aufzunehmen, da man dann den Boden gegen das Objectiv kehren kann und derselbe trotz seiner Dicke bei vollständiger Planheit wenig stört.

Nebenbei sei hier erwähnt, dass das eben geschilderte Gestelle auch als Träger eines Momentverschlusses, s. u., dienen kann, da hierbei der Verschluss in keiner Verbindung mit Stativ oder Camera steht, was zur Vermeidung von Erschütterungen unerlässlich ist.

Bei Verwendung kleiner Cultur-Schalen oder -Flaschen ist auch ein kleines Tischchen verwendbar, Fig. 74, welches aus einer Messingplatte $mn$ von etwa 8 cm im Quadrat besteht, von dessen unterer Kante ein etwa 2 cm breiter Streifen $st$ rechtwinklig abgebogen ist. Seitlich befinden sich in der Platte zwei längliche Oeffnungen $a$ und $a_1$, durch die die Objecttisch-Klammern hindurchgesteckt werden können, die dann unseren Tisch am Objecttisch festhalten. In der Mitte hat die Platte $m$ eine Oeffnung $b$ von etwa 3 cm Durchmesser, die mit der Oeffnung des Objecttisches correspondirt. Die Schalen etc. werden auf den Theil $s$ aufgestellt, und es kann nun, soweit es die Schlitze $o$ erlauben, ein Heben und Senken des Tisches $m$ geschehen und hierdurch, sowie durch Drehen und Schieben der Schale die beste Stelle aufgesucht werden. Eine über die Schale und den Objecttisch gelegte dünne Gummischleife verhindert das Herabfallen der Schale vom Tischchen. Ein beweglicher Objecttisch erleichtert natürlich auch hier die Manipulationen bedeutend.

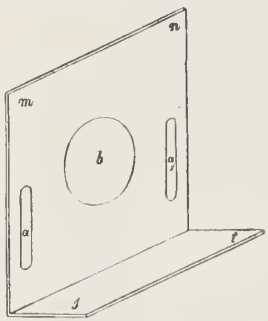


Fig. 74.

### P. Der Momentverschluss.

Für Aufnahmen von sich bewegenden Objecten, wie z. B. von frischen Blutkörperchen, welche in Folge ihrer grossen Zahl nie gleichzeitig aus dem Gesichtsfelde entschwinden können, eignet sich (unter Anwendung von Sonnen- oder elektrischem Bogenlicht) ein gewöhnlicher Momentverschluss, wie er in unzähligen Varianten heute im Handel ist. Am besten taugt für unsere Fälle ein Verschluss, welcher eine beliebige Regulirung der Expositionsdauer zu-

lässt; ein solcher kann auch als passender Verschluss für mehrere Minuten dauernde Aufnahmen angewandt werden.

Ein derartiger Verschluss ist u. a. der von Steinheil in den Handel gebrachte und von Pritschow construirte[1]); er beruht ebenso wie der Thury & Amey-Verschluss auf dem Principe zweier aneinander in entgegengesetzter Richtung vorübergehender Metallplatten. Fig. 75 zeigt die Abbildung des Apparates.

Handhabung: Durch Drehen des randrirten Knopfes *a* um 90 Grad ist der Verschluss actionsbereit. Durch Drücken auf den Gummiball wird er ausgelöst. Die Schraube *b* dient zur Regulirung der Schnelligkeit und trägt zu deren genaueren Beurtheilung eine Theilung, deren Werthe jedoch in keinem Verhältnisse zu einander stehen. Soll auf zwei Tempo exponirt werden, so klemmt man ziemlich stark und drückt kurz auf den Ball, wodurch sich der Verschluss langsam öffnet und so lange stehen bleibt, bis ein weiterer, zweiter Druck auf denselben erfolgt. Bei langsamer Exposition auf ein Tempo muss der Druck auf den Gummiball so lange andauern als die Exposition.

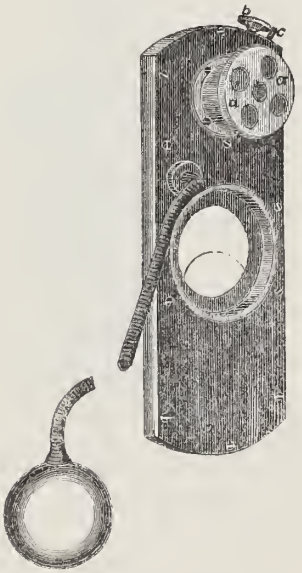


Fig. 75.

Man wird, wenngleich gute Momentverschlüsse fast ohne Erschütterung functioniren, dieselben so aufzustellen trachten, dass sie weder mit Camera noch Mikroskop in Berührung sind, denn naturgemäss macht sich bei der Mikrophotographie die allergeringste Erschütterung in der störendsten Weise bemerkbar. Man postirt demnach den Momentverschluss am besten auf einer separaten Brücke (s. Cap. Momentmikrophotographie), welche auf einem eigenen Tischchen aufruht und somit in gar keiner Verbindung mit Camera und Mikroskop steht, oder man stellt wenigstens auf dem den Apparat tragenden Tische ein separates Gestelle auf (s. o.), welches den Momentverschluss trägt. Ich würde ferner empfehlen, wenn thunlich, den Verschluss vor dem Beleuchtungsapparate des Mikroskopes, also unter dem Objecttisch aufzustellen.

So bequem auch ein solcher Verschluss ist, thut doch für die meisten derartigen Fälle ein viel einfacherer und billigerer dieselben

1) Vergl. J. M. Eder, Phot. Corresp. 1888. S. 335.

Dienste, nachdem bei längeren Expositionen der Verschluss ganz ebenso gut durch Vorstellen respective Wegnehmen eines schwarzen Cartons von etwa 30—40 cm im Quadrat zwischen Lichtquelle und Mikroskop hergestellt werden kann.

Ein billiger Momentverschluss ist entweder ein sog. Fallverschluss, oder ein rotirender Scheibenverschluss. Ersterer besteht (Fig. 76 und 77) aus einem in einem Rahmen gleitenden Holz-, Metall- oder Ebonit-Schieber, der in seiner Mitte eine meist rechteckige Oeffnung trägt, die im gegebenen Momente vor der im Rahmen befindlichen Oeffnung vorübergleitet. In der Lage, wie sie

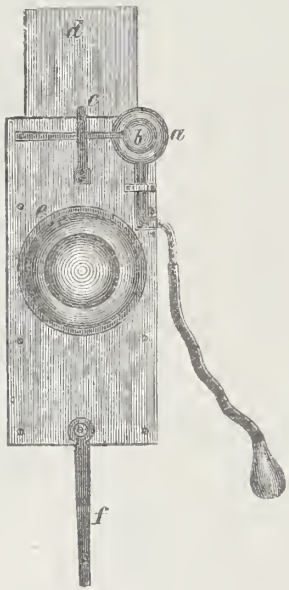


Fig. 76.

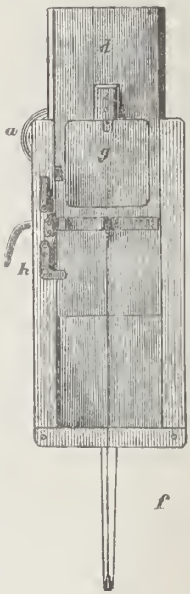


Fig. 77.

Fig. 76 und 77 zeigt, ist der Lichteintritt zum Objecte geschlossen und das Fallbrett durch den federnden Sperrhaken *c* festgehalten. Durch einen Druck auf die Kautschukbirne wird die Kautschukblase *a* aufgeblasen, diese hebt den Hebel *b*, welcher den Sperrhaken *c* zurückzieht. Das Brett gleitet nun nach abwärts und wird durch eine Feder *h* verhindert zurückzuspringen. Bei *f* kann eine Gummischnur angebracht werden, welche einerseits die Bewegung nach Bedarf beschleunigt, andererseits gestattet, den Apparat auch horizontal zu verwenden.

Der zweite Verschluss, Fig. 78, besteht aus einer rotirenden Scheibe, oder aus einem um einen Fixpunkt *o* drehbaren Kreis-

sector *MR*. Die kreis- oder sectorförmige Scheibe besitzt gegen ihre Peripherie zu, einen sectorförmigen Ausschnitt *N*, derselbe gleitet an einer kreisförmigen Oeffnung *O* des Basalbrettes *A*, *B*, *C*, *D* vorüber. Die Drehung geschieht mittels einer durch die Schraubenmutter *q* respective die Schraube *t* verschieden stark spannbare Spiralfeder *sp*. Hierdurch kann die Expositionszeit in bestimmten Grenzen variirt werden. Die Auslösung dieser Verschlüsse geschieht am besten auf pneumatischem Wege. In unserem Falle ist zu diesem Behufe ein Cylinder *c* mit darin befindlichem, leicht beweglichem Kolben *s* vorhanden; der Schlauch *Sch*, der zu dem Kautschukballon *L*

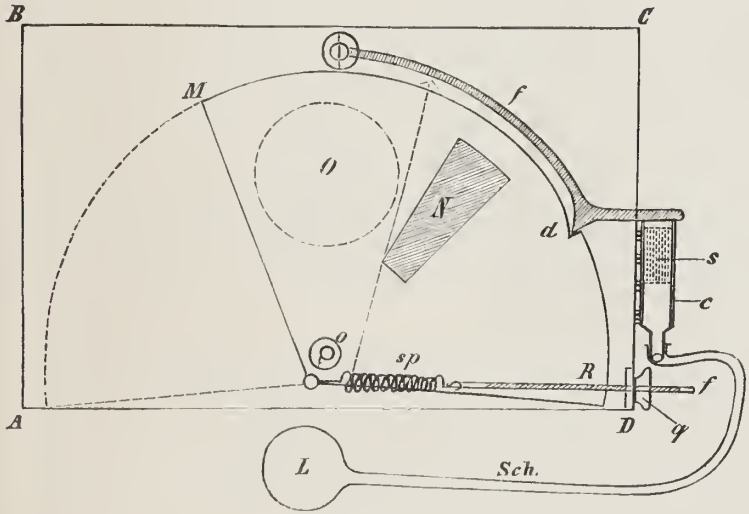



Fig. 78.

führt, wird auf den unteren, verengten Theil des Cylinders aufgesteckt; drückt man auf den Ballon, so wird in Folge des Anpralls des Kolbens *s* die Feder *f* gehoben und hierdurch die Arretirung *d* der Scheibe ausgelöst.

Wer die Kosten der Anschaffung auch eines solchen einfachen Momentverschlusses scheut, kommt auch sehr gut mit der von Vogel empfohlenen Einrichtung zum Ziele: Man schneidet in einen schwarzen Carton eine rechteckige Oeffnung von etwa 10 cm Länge und $1\frac{1}{2}$ cm Breite; stellt denselben nach der Einstellung (die womöglich bei etwas gedämpfterem Lichte geschehen ist) so vor dem Condensor auf, dass kein Licht auf das Object fällt. Ist der Cassettenschieber geöffnet und das zu Momentaufnahmen nöthige, intensive Licht vor-

handen, so bewegt man mit der Hand den Carton, respective Ausschnitt, derart vor dem Condensor rasch vorüber, dass während des Vorüberziehens des Ausschnittes für einen Moment Licht auf das Object fällt. Durch rascheres und langsameres Bewegen des Cartons kann die Expositionszeit leicht einigermassen variirt werden.

## IV. Die Beleuchtung und die dazu nöthigen Apparate.

### A. Die Lichtquellen.

#### I. Das Sonnenlicht.

Diese Lichtquelle, welche, wie uns die Aufnahmen von R. Zeiss und Anderen zeigen, entschieden die vollkommenste für mikrophotographische Zwecke, insbesondere bei starken Vergrösserungen, ist, steht uns leider nicht immer dann zur Verfügung, wenn wir sie benöthigen und man hat deshalb für dieselbe den manigfachsten Ersatz vorgeschlagen. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die chemische Intensität des Sonnenlichtes durchaus nicht zu allen Jahreszeiten, noch weniger zu den verschiedenen Tageszeiten gleich ist; selbstverständlich variirt sie auch in den verschiedenen Breitegraden sehr bedeutend.

Nachstehende Tabelle[1]) enthält die chemischen Wirkungen des Sonnenlichtes auf ein horizontal liegendes Flächenelement; da der Barometerstand fortwährend Schwankungen unterworfen ist, denen man in einer einfachen Tabelle nicht Rechnung tragen kann, so wurde der für Wien giltige mittlere Barometerstand genommen, nämlich 746 Millimeter.

Die chemische Intensität des Sonnenscheins nimmt wohl wesentlich zu, wenn man sich in bedeutende Höhen der Atmosphären erhebt, d. h. wenn der Luftdruck geringer wird; diese Unterschiede sind aber doch nur gering im Vergleich zu den Verschiedenheiten, welche von der geographischen Breite abhängen. So z. B. wäre für die Meereshöhe von Heiligenblut, das einen mittleren Barometerstand von 650 Millimeter hat, die Intensität der Sonne am Mittag des 21. Juni 132, 20. März, 23. September 73 und am 21. December 10 Lichtgrade, während die folgende Tabelle für Wien der Reihe nach die Werthe giebt: 117, 62 und 7, so dass die Intensität für Heiligenblut an diesen Tagen um 15, 11 und 3 Lichtgrade grösser ist, als für Wien.

---

1) Eder (2) Bd. 1, Seite 82.

| | Vormittag | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12h | 11h | 10h | 9h | 8h | 7h | 6h | 5h |
| 21. Januar . . . | 13,27 | 10,97 | 5,44 | 0,80 | 0,00 | — | — | — |
| 20. Februar . . . | 33,54 | 29,81 | 20,09 | 8,27 | 0,76 | 0,00 | — | — |
| 20. März . . . . . | 62,25 | 57,64 | 44,45 | 26,44 | 9,18 | 0,47 | 0,00 | — |
| 21. April . . . . . | 93,29 | 88,17 | 73,51 | 51,96 | 27,87 | 8,27 | 0,25 | — |
| 22. Mai . . . . . | 111,77 | 106,65 | 91,85 | 69,52 | 43,65 | 19,24 | 3,50 | 0,01 |
| 22. Juni . . . . . | 117,44 | 112,36 | 97,77 | 75,62 | 49,26 | 24,11 | 6,06 | 0,12 |
| 21. Juli . . . . . | 111,77 | 106,65 | 91,85 | 69,52 | 43,65 | 19,24 | 3,50 | 0,01 |
| 21. August . . . . . | 93,29 | 88,17 | 73,51 | 51,96 | 27,87 | 8,27 | 0,25 | — |
| 23. September . . . | 62,25 | 57,64 | 44,45 | 26,44 | 9,18 | 0,47 | 0,00 | — |
| 21. October . . . . . | 33,54 | 29,81 | 20,09 | 8,27 | 0,76 | 0,00 | — | — |
| 21. November . . . | 13,27 | 10,97 | 5,44 | 0,80 | 0,00 | — | — | — |
| 21. December . . . | 7,40 | 5,81 | 2,24 | 0,10 | 0,00 | — | — | — |
| | 12h | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | 7h |
| | Nachmittag | | | | | | | |

Aus dieser Tabelle ersieht man, wie ungünstig für uns die Wintermonate sind, da im December, selbst zu Mittag, die Intensität der Sonne nur etwa so gross ist, wie im Juni um 6 Uhr Morgens oder Abends.

Es muss nochmals in Erinnerung gebracht werden, dass diese Verhältnisse ausser Wien nur für die Orte gelten, die mit Wien ungefähr dieselbe geographische Breite und ziemlich dieselbe absolute Meereshöhe haben. Ueberdies haben sie ihre volle Gültigkeit nur für ein horizontales Flächenelement; für ein verticales gestalten sich die Wirkungen bei allen Sonnenhöhen, die kleiner als 45 Grad sind, günstiger und dies findet während der ganzen Winterzeit statt und ausserdem in den Morgen- und Abendstunden der Sommermonate.

### 2. Das elektrische Bogenlicht.

Diese Lichtquelle ist nächst dem Sonnenlichte wohl die intensivste, auch ist sie für unsere Zwecke ungemein günstig, nur stellt sich leider ihrer allgemeinen Einführung die Schwierigkeit der Beschaffung eines genügend starken elektrischen Stromes entgegen. Einzelne Mikrophotographen empfehlen, diese Lichtquelle ihres nicht vollkommen ruhigen Brennens wegen nur in Combination mit einer Mattscheibe anzuwenden, d. h. mittels eines geeigneten, unten näher zu beschreibenden Condensorsystems ein kleines, möglichst intensives Lichtbild auf eine Mattscheibe zu projiciren und dieses erst mit Hilfe

eines Mikroskop-Condensors (Abbé oder dergl.) in die Objectebene zu projiciren. Andere wenden hingegen diese Lichtquelle ohne Einschaltung obiger Mattscheibe an und erzielen, da die Expositionszeit selbst bei den stärksten Vergrösserungen eine ungemein kurze ist, trotz des oben erwähnten kleinen Fehlers unserer Lichtquelle vorzügliche Resultate.

Die Einrichtung und Handhabung einer elektrischen Bogenlampe wird von Gärtner[1]) gelegentlich der Beschreibung eines am pathologischen Institute zu Wien verwendeten von der Firma Plössl gebauten elektrischen Projections-Mikroskopes in sehr eingehender Weise geschildert und gebe ich demselben hier das Wort:

„Als Lichtquelle dient eine elektrische Bogenlampe, die von einer im Souterrain des Institutes aufgestellten, von einem sechspferdigen Gasmotor angetriebenen Dynamomaschine (System Schuckert) gespeist wird. Die positive Kohle hat 13 mm, die negative 12 mm Durchmesser. Die Leuchtkraft der Lampe beträgt bei Ausschaltung aller Ballastwiderstände ca. 2500 Normalkerzen. Sie wird mit der Hand regulirt; es gelingt so, bei nur einiger Aufmerksamkeit des diese Arbeit verrichtenden Assistenten, das Licht unbegrenzt lange völlig constant zu erhalten, es entfällt das lästige Flackern und Tanzen des Lichtbogens und das Summen der Flamme, welches selbst bei den vollkommensten automatischen Regulatoren nicht ganz zu vermeiden ist."

„Der Regulator besteht wesentlich aus einer Schraubenspindel, die zwei Gewinde trägt, in der oberen Hälfte ein rechtsläufiges, in der unteren ein linksläufiges. Auch die Steilheit der beiden Schraubengewinde ist verschieden. Es verhält sich die Höhe eines oberen Schraubenganges zu der eines unteren wie 2 : 1. Auf dieser Schraube, welche oben in einem Lager läuft, das nur Rotationen um die Längenachse, aber keine Verschiebung in der Richtung dieser Achse gestattet, bewegen sich zwei Schraubenmuttern auf und ab. Dieselben haben ausserdem an einem vierkantigen prismatischen Stahlstab, der durch eine Oeffnung derselben hindurch geht, Führung, so dass sie, wenn die Schraube mit Hilfe eines an ihrem unteren Ende angebrachten Steuerrades in der einen oder der anderen Richtung bewegt wird, sich einfach gegenseitig nähern oder entfernen, ohne

1) Vergl. hierüber G. Gärtner, Ueber das elektrische Mikroskop. Medicin. Jahrbücher pro 1884. S. 217.

sonst ihre Stellung zu einander zu ändern.[1]) Wegen der oben erwähnten Verschiedenheit der beiden Gewinde wird der Weg, den die obere Schraubenmutter bei jeder beliebigen Drehung des Steuer-

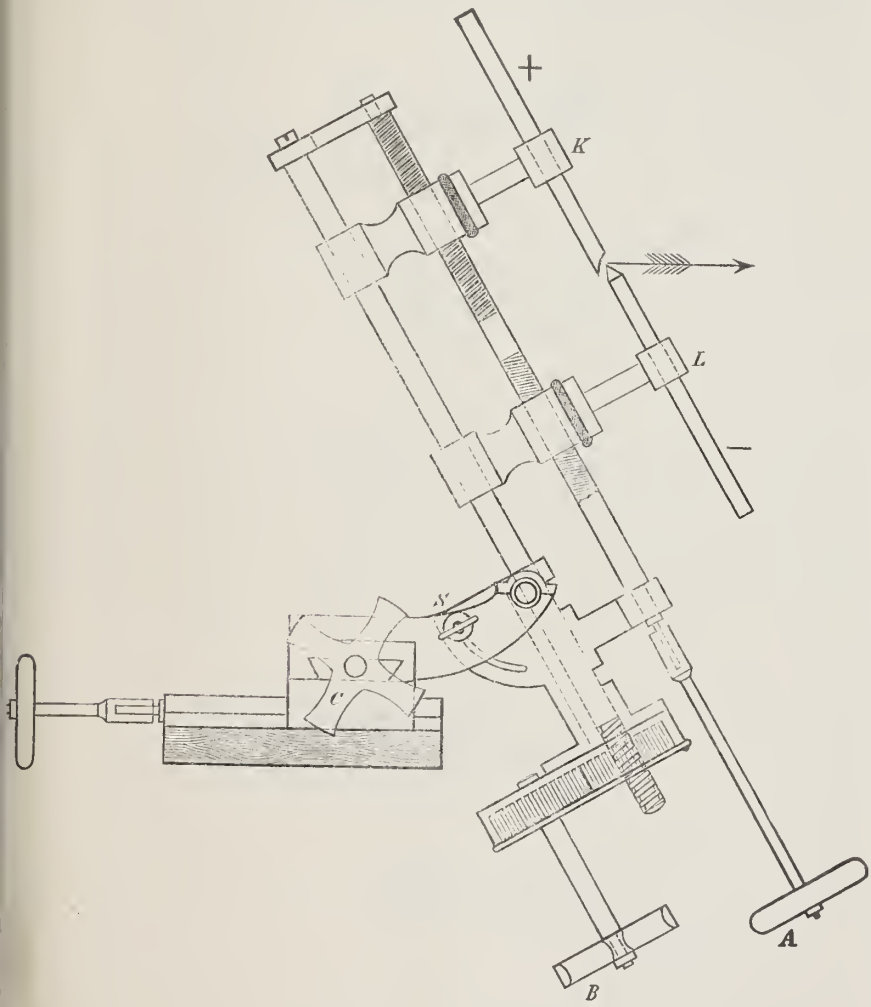



Fig. 79.

rades zurücklegt, immer doppelt so gross sein, als der gleichzeitige Weg der unteren Mutter."

1) Nach demselben Principe gebaute Regulatoren sahen wir in der Wiener elektrischen Ausstellung bei den Projectoren, die die Pariser Firma Sautter & Lemonier für Kriegszwecke construirt hat, und auch bei anderen Ausstellern.

„Diese Schraubenmuttern $K$ und $L$ (Fig. 79) tragen die beiden Kohlen, die obere die positive, die untere die negative. Da, wie bekannt, die positive Kohle doppelt so rasch abbrennt als die negative, war es nothwendig, um den Lichtpunkt in constanter Höhe zu

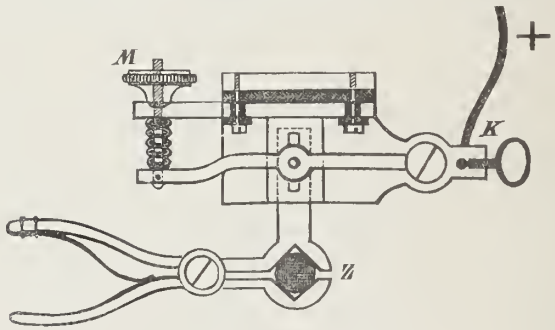



Fig. 80.

erhalten, der Schraube die eben geschilderte Construction zu ertheilen. Wenn man während des Leuchtens das Steuerrad, welches sich unten ausserhalb des Beleuchtungskastens befindet, immer so weit nach rechts dreht, dass die Kohlenspitzen, die man durch ein Glasfenster direct beobachtet, um eine bestimmte Distanz (ca. 8 mm) abstehen,

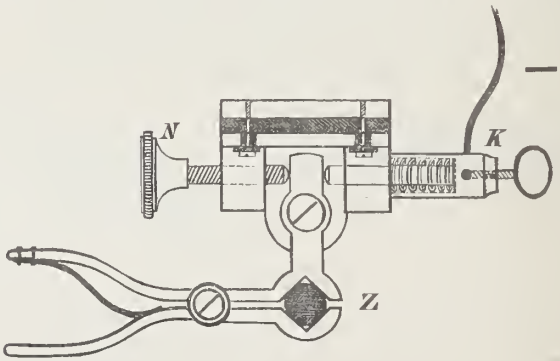



Fig. 81

dann bleibt das einmal centrirte Licht auch fernerhin in der richtigen Lage; es wird beim Reguliren weder gehoben noch gesenkt, weil jede Kohle um so viel nachgeschoben wird, als davon abbrannte. Den Kohlenträgern $Z$ (Fig. 80 und 81) hat Plössl die Form von federnden Zangen gegeben. Mit einem einzigen Handgriff kann der Kohlenstab entfernt, erneuert oder vorgeschoben werden. Es entfällt das lästige Einschrauben, doppelt unangenehm, wenn es

mitten in der Arbeit am glühend heissen Object ausgeführt werden soll. Auch den Vortheil bietet diese Einrichtung, dass die Kohlenstäbe in der Länge wie sie in den Handel kommen (50 cm) eingesetzt und nicht zerstückelt werden müssen. Der Verbrauch an Kohle wird dadurch auf das mögliche Minimum beschränkt."

„Die Kohlenhalter selbst tragen aber noch eine wichtige Vorrichtung, welche es ermöglicht, den beiden Kohlen eine bestimmte gegenseitige Stellung zu geben, sie z. B. genau in eine gerade Linie zu bringen, so dass die Achse der einen genau der Achse der anderen entspricht."

„Wie bekannt bildet sich am Ende der positiven Kohle ein Krater, eine concave Fläche. Von diesem Krater strahlt nun das intensivste Licht aus und zwar so, dass es bei genau übereinander stehenden Kohlen vorzüglich in der Richtung der Kohlenachse, also bei verticaler Stellung derselben, direct nach abwärts fällt. Photometrische Versuche ergaben, dass die Intensität des Lichtes, welches eine Bogenlampe in verschiedenen Richtungen aussendet, sehr verschieden ist, das speciell in horizontaler Richtung von einer vertical stehenden Lampe relativ wenig Licht ausstrahlt. Es wird das meiste Licht von dem Krater wie von einem Hohlspiegel nach abwärts geworfen, fällt hier auf das spitz zubrennende Ende der negativen Kohle, geht also für den Nutzeffect verloren. Anders wenn man die Kohlen etwas excentrisch stellt, in unserem speciellen Falle so, dass die Spitze der negativen Kohle etwas vor das Centrum des Kraters fällt. Wenn die Lampe in Function tritt, dann zeigt sich alsbald, dass eine durch den Rand des Kraters gelegte Ebene die Achse der Kohle nicht mehr senkrecht schneidet. Die positive Kohle brennt dann, wie dies in Fig. 79 angedeutet ist, schräge ab, der Krater sieht nicht mehr direct nach abwärts, sondern schräge nach vorne und abwärts. Wenn man nun noch die Lampe in toto neigt, so zwar, dass die Achse der Kohlen mit der Verticalen einen Winkel von 30—40 Grad einschliesst, dann wird die Oeffnung des Kraters fast genau nach vorne sehen, und das Maximum des Lichtes wird von ihm nach vorne auf die Beleuchtungslinse des Mikroskopes parallel der optischen Achse des Apparates geworfen. Zur genauen Einstellung der Kohlen übereinander dienen zwei an den Kohlenhältern angebrachte Schrauben. Die Schraube an der unteren Kohlenklemme *N*, Fig. 81, ermöglicht eine Bewegung der Kohlenstange in einer frontalen Ebene (nach rechts und links) und dient zur genauen Centrirung der Kohlen in der frontalen Mittelebene des Apparates.

Die Schraube an der oberen Kohlenklemme *M*, Fig. 80, bewegt die obere Kohlenspitze etwas nach vor- und rückwärts und gestattet, die eben besprochene günstige Lage der Kohlenspitzen aufzusuchen. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Excentricität immer nur ganz gering sein soll; die Achse der oberen Kohle darf um höchstens $1^1/_2$ mm hinter die der unteren gestellt werden."

„Eine bedeutendere Verschiebung der beiden Kohlen gegen einander erzeugt allerdings noch bedeutendere Abschrägung der positiven Kohle, aber dieser Vortheil steht in keinem Verhältnisse mehr zu dem hierbei auftretenden Uebelstande, dass dann der Lichtbogen tanzt, das Licht unruhig und flackernd wird."

„Wenn einmal, trotz aufmerksamen Regulirens, ein solches Umspringen des Lichtbogens auftritt, dann ist in der Regel falsche Stellung der Kohlen schuld daran. Es liegt auf der Hand, dass diesem Uebelstande, dem man bei einiger Aufmerksamkeit von vorneherein ausweicht, durch nachträgliche Correctur der Kohlenstellung leicht abgeholfen werden kann."

„Der Apparat gestattet ferner, die Lampe in beliebige Neigung gegen die Verticale zu bringen und dann mit Hilfe einer Stellschraube *S*, Fig. 79, zu fixiren. Die Handhabung des betreffenden Mechanismus bedarf keiner weiteren Erörterung. Wie bereits erwähnt, erwies sich eine Neigung von 30—40 Grad als besonders empfehlenswerth. In bestimmten Fällen, wo es auf grosse Lichtintensität nicht ankommt und wo es nothwendig wird, mit der Lampe recht nahe an das Object heranzukommen, pflege ich dieselbe ganz vertical zu stellen."

„Die einmal gewählte Neigung der Lampe und die Stellung der Kohlenspitzen gegen einander werden in der Regel während der Arbeit nicht geändert; die betreffenden Schrauben konnten daher im Kasten verborgen bleiben, im Gegensatze zu den jetzt zu beschreibenden, die bei geschlossenem Kasten von aussen her bequem gehandhabt werden können. Ich betrachte es als einen der wichtigsten Vorzüge unseres Apparates, dass er gestattet, während der Arbeit den Lichtpunkt in drei auf einander senkrechten Richtungen präcise und leicht zu bewegen."

„Es geschieht dies mit Hilfe dreier Schrauben. Die erste hebt und senkt die Lampe in toto, also ohne die gegenseitige Stellung und Entfernung der Kohlenspitzen sonst zu beeinflussen. Sie dient dazu, um die Lichtquelle in Bezug auf die Höhe zu centriren, um sie in die Horizontalebene zu bringen, in welcher auch die optische

Achse des Apparates gelegen ist. Mit Hilfe einer unter dem Boden des Lampenkastens hervorragenden Handhabe *B*, Fig. 75, wird diese Schraube leicht bewegt. Die Handhabe liegt hinter der Regulirschraube und hat zum Unterschiede von der letzteren, die ein Rad trägt, die Form eines Kreuzes, so dass man, ohne hinsehen zu müssen, sofort orientirt ist, ob man die eine oder die andere in der Hand hat."

„Dann befinden sich an dem Apparate noch zwei Schrauben; die eine, deren Kopf *D*, Fig. 79, aus der hinteren Fläche des Kastens herausragt, bewirkt eine Verschiebung der Lampe nach vor- und rückwärts; die andere, an der rechten Seite des Apparates mit einem Radgriffe *C*, Fig. 79, endigend, gestattet eine Bewegung nach rechts und links. Eine genaue Beschreibung der bezüglichen mechanischen Einrichtungen erscheint mir nicht nothwendig, da sie mit dem Zwecke, den diese Zeilen verfolgen, eine Vorstellung von dem Baue des Apparates zu liefern und eine Anleitung für den Gebrauch desselben zu geben, nichts gemein hat. Ich will also nur erwähnen, dass die Lampe in toto mit allen bisher beschriebenen Einrichtungen auf einem Metallblock ruht, der in der Schlittenbahn eines anderen Blockes nach links und rechts verschoben werden kann. Dieser untere Block hat aber wieder eine Schlittenführung und kann vor- und rückwärts verschoben werden. Aehnliche Anordnungen sind an dem sogenannten Support der Drehbänke vorhanden und gewiss, von daher, vielen Lesern bekannt."

„Der Zweck der einen Schraube ist ohne weiteres klar; sie vervollständigt erst die Centrirung der Lampe, indem sie es ermöglicht, das in Bezug auf die Höhe bereits richtig eingestellte Licht in die sagittale Medianebene und damit genau in die optische Achse des Mikroskopes zu bringen. Mit Hilfe der anderen Schraube wird aber die leuchtende Kohle vor und zurück geschoben, der Beleuchtungslinse genähert oder von ihr entfernt, während an der Centrirung des Lichtes nichts geändert wird. Die Einrichtung dient dazu, um für jede Anordnung des Mikroskopes, insbesondere für verschiedene Objectivlinsen desselben, das beste Licht aufsuchen zu können."

Hinsichtlich der Handhabung des Apparates ist im Allgemeinen folgendes zu beachten. Vor allem werden die beiden Poldrähte eingeschaltet, hierbei ist der positive Pol mit der oberen, der negative mit der unteren Kohle in Verbindung zu bringen. Wenn man nicht weiss, welcher Leitungsdraht dem positiven und welcher dem negativen Pol entspricht, so schalte man beliebig ein und beobachte

das Verhalten der Kohlenspitzen; die intensiver leuchtende und den erwähnten Krater bildende ist die positive. Um für die Folge gleich von vorneherein richtig einschalten zu können, bezeichne man die Poldrähte. Man drehe weiter die Steuerschraube *A* soweit nach links, bis die beiden Kohlenklemmen sich in genügender Distanz befinden; letztere hängt von der Zeit ab, für welche wir die Lichtquelle voraussichtlich benöthigen. Es brennen z. B. bei einer gewissen Stromstärke in einer Stunde ungefähr 9 cm der Kohle (d. i. 6 cm der positiven, 3 cm der negativen) ab. In diesem Falle müssten also, um für zweistündige Beleuchtung vorzusorgen, die Klemmen so weit auseinander geschraubt werden, dass man über 18—20 cm Kohle verfügt.

„Die wirkliche Distanz der Kohlenklemmen muss aber grösser gewählt werden, weil ein an der unteren Klemme befindlicher Schirm [1]) die vollständige Annäherung derselben an die obere hindert. Man muss also von der oberen Kante dieses Schirmes ab die erwähnte Distanz messen."

„Dann werden die Kohlenstäbe eingesetzt oder entsprechend vorgeschoben. Es ist dabei darauf zu achten, dass die mit einem Graphitdocht versehene etwas stärkere Kohle oben eingefügt werden muss. Die Berührungsstelle der beiden Kohlenspitzen ist gleich, in Bezug auf die Höhe, so zu orientiren, dass sie bei einer mittleren Lage der Schraube *B* (Fig. 79) schon ungefähr der Mitte der Beleuchtungslinse, also der optischen Achse entspreche. Die fernere Einstellung geschieht dann mit der Schraube *B* selbst während des Leuchtens. Man muss sich eben deshalb vergewissern, dass sich dieselbe nicht in einer extremen Stellung befindet und dass sie sonach sowohl nach aufwärts als nach abwärts eine Strecke weit die Bewegung gestattet. Ueber die gegenseitige Stellung der beiden Kohlenspitzen habe ich bereits oben gesprochen. Wenn das elektrische Licht entzündet werden soll, müssen sich dieselben sanft berühren."

Sind die Vorbereitungen in dieser Weise getroffen, so wird der Gasmotor und mit ihm die Dynamomaschine in Betrieb gesetzt; der entstehende Strom geht nun durch die sich berührenden Kohlenspitzen und man gewahrt an dieser Stelle einen verhältnissmässig schwach leuchtenden Punkt.

1) Derselbe verhindert das Herabfallen des beim Leuchten abspringenden Kohlenstaubes.

„Jetzt werden durch langsame Drehung der Schraube *A* (Fig. 79) nach rechts die Spitzen um wenige Millimeter von einander entfernt. Es entsteht unter zischendem Geräusch der Lichtbogen und die intensiv leuchtende Fläche an der oberen, der leuchtende Punkt an der unteren Kohle. Man lässt nun, unbekümmert um das Zischen, die Kohlen so lange in kurzer Entfernung von einander, bis die obere in grösserer Ausdehnung gleichmässig glühend wird (durchschnittlich 20—30 Secunden) und dreht dann erst die Steuerschraube weiter nach rechts, bis das Zischen aufhört. Man hat dann, um das Licht gleichmässig und ruhig zu erhalten, nichts zu thun, als alle 10—15 Secunden durch Drehung der Steuerschraube nach links die Spitzen um ebenso viel zu nähern, als sie abbrannten, so dass sie stets in der richtigen Entfernung bleiben. Welches aber ist diese richtige Entfernung? Nach den Erfahrungen der Elektrotechniker, die auch wir bestätigen müssen, ist es die kürzeste Distanz, bei der das Brennen noch ohne Geräusch erfolgt. Man kann, je nach der Spannung des Stromes, die leuchtenden Kohlenspitzen bis auf mehrere Centimeter von einander entfernen, ohne dass das Licht erlischt. Allein die Leuchtkraft ist dann nicht so gross, als bei dem erwähnten richtigen Abstande, der bei unseren Einrichtungen ca. 8 mm beträgt. Wenn man andererseits die Kohlen zu nahe aneinander bringt, dann beginnt sofort wieder das Zischen der unruhigen Flamme, wie man es beim Anzünden wahrnimmt. Sollte jedoch, trotz hinreichender Entfernung der Kohlen, dieses Zischen im Verlaufe der Arbeit häufig eintreten, oder der Lichtbogen, resp. seine Endpunkte, an den Kohlen zu wandern oder zu tanzen beginnen, dann ist die Ursache in der Qualität der Kohlen, häufiger jedoch in der unrichtigen Stellung der Kohlenspitzen zu vermuthen. Der letztere Umstand markirt sich dann auch dadurch, dass der Krater der positiven Kohle entweder schräge nach rechts oder links hinsieht (wenn die negative Kohle zu weit nach rechts oder links steht) oder dadurch, dass er fast direct nach vorne sieht, mit der Achse der Kohle einen sehr spitzen Winkel einschliessend, statt schräge nach vorne und abwärts, und dann steht die positive Kohle zu weit nach rückwärts. Die betreffenden Correcturen werden bei abgelöschtem Lichte mit Hilfe der Schrauben *M* (Fig. 80) und *N* (Fig. 81) vorgenommen.“

In der Fig. 80, welche uns den Kohlenhalter der oberen Kohle darstellt, bewegt nämlich die Schraube *M* die positive Kohle zum Behufe der Fein-Einstellung nach vor- und rückwärts; die Schraube *N*

der Fig. 81 hingegen vermittelt eine feine seitliche Bewegung der negativen Kohle. Man ist somit durch passende Verwendung der beiden Schrauben im Stande, die beiden Kohlen sich vollständig genau gegenüber zu stellen. *K* bedeutet in Fig. 80 und 81 die Klemmschraube für den Poldraht, *Z* stellt die Klemmzange für die Kohle dar.

„Erlischt das Licht aus irgend einer Ursache während der Arbeit, dann müssen, natürlich durch Linksdrehung der Steuerschraube, die Kohlen bis zur Berührung genähert und dann erst wieder, in der Weise wie oben beschrieben, langsam entfernt werden. Der Moment der Berührung ist an dem Widerstande, den man beim Versuche, weiter nach links zu drehen, wahrnimmt, kenntlich.

Wenn das Licht ruhig und gleichmässig geworden ist, geht man daran, es mit Hilfe der Schrauben *B* und *C* (Fig. 79) genau in die optische Achse des Apparates zu bringen."

Auf welche Weise die Centrirung einer Lichtquelle geschieht, wird weiter unten eingehend besprochen werden und verweise ich auf das betreffende Capitel.

Die jetzt beschriebene elektrische Bogenlampe ist von ungemein grosser Lichtstärke, und es können bei passender Concentration des Lichtes, wie schon angedeutet, sogar Momentaufnahmen bei starker Vergrösserung erhalten werden; für gewöhnliche mikrophotographische Zwecke (obige Lampe wird hauptsächlich für mikroskopische Projectionszwecke direct vom Präparat verwendet) genügt jedoch eine kleinere Lampe, so giebt z. B. Zeiss seinem grossen mikrophotographischen Apparat auf Wunsch eine Contact-Lampe von Siemens und Halske (System Hefner-Alteneck) von 1200 Kerzen Stärke bei, welche vollkommen ausreichend und wegen ihrer zierlichen Form sehr zu empfehlen ist.

Als Condensorsystem giebt Zeiss der eben erwähnten Lampe eine von den bisher angewandten Combinationen abweichende Zusammenstellung bei, deren Aussehen aus der nebenstehenden Abbildung, Fig. 82, ersichtlich wird. Bemerkt muss hier werden, dass Zeiss dieses Condensorsystem nur dazu benutzt, ein Bild der Lichtquelle auf eine Mattscheibe zu projiciren (s. o.) und erst diese hellbeleuchtete Scheibe als Lichtquelle verwendet.

Derjenige, der Kohlenspitze zugekehrte Theil der Linsen, welcher die Sammlung der von der Kohlenspitze divergirenden Lichtstrahlen in ein Bündel paralleler Strahlen bewirkt und dementsprechend in die hierzu am meisten geeignete Entfernung von der Lampe ein für

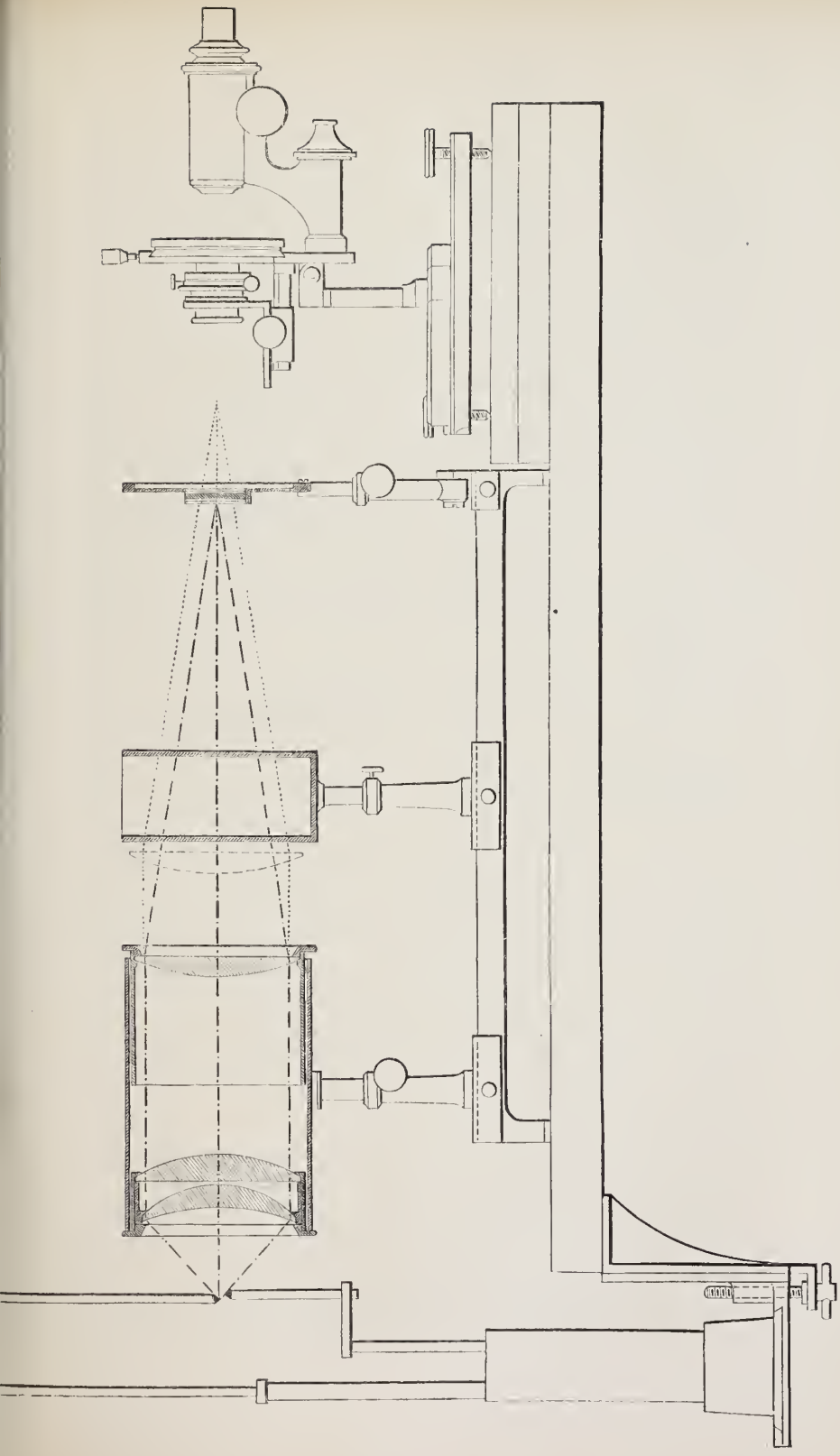


Fig. 82.

allemal aufzustellen ist — was leicht experimentell festgestellt werden kann — wendet zur Verminderung der sphärischen Aberration der Lampe eine concave Fläche zu. Der dem Mikroskop zugekehrte Theil des Linsensystems, welcher die parallelen Strahlen wieder zu einem Bilde vereinigt, ist in einer Schiebehülse beweglich gefasst, was die Verrückung des Sammelbildchens in der optischen Achse innerhalb ziemlich weiter Grenzen gestattet. Haben wir demnach den ersten Theil des Linsensystems — welches als Ganzes mittels eines mit Zahn und Trieb in der Höhe verstellbaren Ständers auf der optischen Bank montirt ist — in der oben gekennzeichneten Art aufgestellt (vergl. Fig. 34), so schieben wir den zweiten Theil so weit herein oder heraus, bis das Bildchen der positiven Kohlenspitze in der Mitte der in gewöhnlicher Entfernung vom Mikroskop stehenden matten Scheibe scharf als normaler heller Fleck erscheint. In dieser Grösse reicht der helle Fleck, durch den achromatischen Condensor in die Objectebene projicirt, zur Deckung des Gesichtsfeldes eines stärkeren Systems aus und repräsentirt zugleich das Maximum der erreichbaren Intensität. Für schwächere Systeme, welche einerseits einen grösseren Theil des Präparates erleuchtet haben wollen, andererseits mit geringerer Lichtintensität fürlieb nehmen, wird der helle Fleck auf der matten Scheibe einfach durch Herausziehen der zweiten Sammellinse — was den Focus derselben dem Mikroskope nähert — beliebig vergrössert.

Da jede elektrische Bogenlampe ausser einer intensiven Lichtwirkung auch eine sehr bedeutende Wärme entwickelt, würden ohne Anwendung einer Kühlvorrichtung Präparate und Objectivsysteme leiden. Zeiss schaltet zu diesem Behufe unmittelbar vor dem Condensorsystem eine mit destillirtem Wasser gefüllte, mit vollständig parallelen Spiegelglaswänden versehene Kühlkammer ein. Um die der Lichtquelle zunächst stehende Sammellinse vor übermässiger Erhitzung, sowie vor absprühenden Kohlenpartikelchen zu schützen, muss vor derselben ein passend gefasstes aus einer Glimmerplatte bestehendes Fenster angebracht werden.

Soll das elektrische Bogenlicht ohne Einschaltung einer Mattscheibe verwendet werden, so kann entweder das durch das Condensorsystem auf der Mattscheibe erzeugte Bild der Lichtquelle, welches nach Entfernen derselben nur als Luftbild vorhanden ist, durch den Abbé'schen Beleuchtungsapparat in später näher zu schildernder Weise in die Objectebene projicirt werden, oder man bedient sich statt des Condensorsystems der gewöhnlichen, centrirten Sammellinse

### 3. Das elektrische Glühlicht.

Dasselbe wird insbesondere von van Heurck und Stein anempfohlen; man bringt die kleine, elektrische Glühlampe (Lämpchen von ca. 1 cm Durchmesser und einer Leuchtkraft von 2—3 Normalkerzen sollen selbst für Aufnahmen bei starken Vergrösserungen genügen) direct unter das Object, so dass dieses gleichsam auf dem Lichte aufliegt. Durch diese Annäherung der Lichtquelle steigt deren Wirksamkeit, entsprechend dem Quadrate der Entfernung, ganz enorm und erhält man nach Stein auf diese Weise eine Beleuchtung des Sehfeldes, wie man solche sonst nur mit directem Sonnenlicht erzielen konnte. Nichtsdestoweniger wird diese Art der Verwendung der Glühlampen keinen hohen Ansprüchen genügen können, da man seit Kurzem erfahren hat, dass eine Reihe von Bedingungen nöthig ist, um bei starken Vergrösserungen die vollkommensten Resultate zu erhalten und es nicht allein genügt, das Object kräftig zu beleuchten.

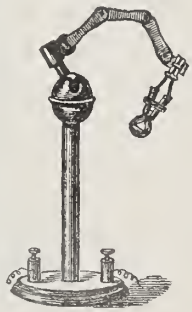


Fig. 83.

Weit vortheilhafter gestaltet sich die von Stein ebenfalls empfohlene Beleuchtung von opaken Objecten mit Hilfe von Glühlicht. Stein bedient sich hierbei mit Vortheil kleiner Stative mit Kugelgelenk und Charnierstange, s. Fig. 83, die neben dem Mikroskopstative aufgestellt werden können. Jedes beliebige Mikroskop kann mit sehr geringen Kosten mit dem elektrischen Apparat versehen werden, wie aus nachstehender Fig. 84 ersichtlich ist, in dieser stellt uns *C* die mit einem Reflector versehene Lampe für Beleuchtung mit auffallendem Lichte, *D* die für Beleuchtung mit durchfallendem Lichte dienende vor; letztere wird noch zweckentsprechender, wie dies auch bei dem von Stein construirten „elektrotechnisch ausgerüsteten" Mikroskop, Fig. 85, der Fall ist, ebenfalls an einer Charnierstange zu befestigen sein.

In der Fig. 84 stellt ferner *B* eine der einfachsten Formen einer mikrophotographischen Camera (System Stein) dar, welche aus einer aus Buxholz gedrehten konischen Röhre besteht, die mit einem Schlitten *A* in Verbindung steht, in welchem sich ein Rahmen verschieben lässt, der auf einer Hälfte als Cassette, auf der anderen als Träger der Einstelltafel eingerichtet ist. In der Fig. 85 stellt ferner *J* den aus zwei parallelen Platten gebildeten Objecttisch dar, in den

der Rahmen *ABC* eingeschoben werden kann. Letzterer trägt einen spiralen Neusilberdraht *i*, welcher sich beim Durchleiten eines Stromes erwärmt und hierdurch den Objecttisch heizt. Die Regulirung der Stromstärke besorgt das Rheostat *FG*. *H* ist eine Stöpselschaltung, *E* eine Glühlampe auf einer Charnierstange *D*. 1—7 sind Klemmschrauben für die Drahtleitungen. Durch die Klemmschraube 1 wird

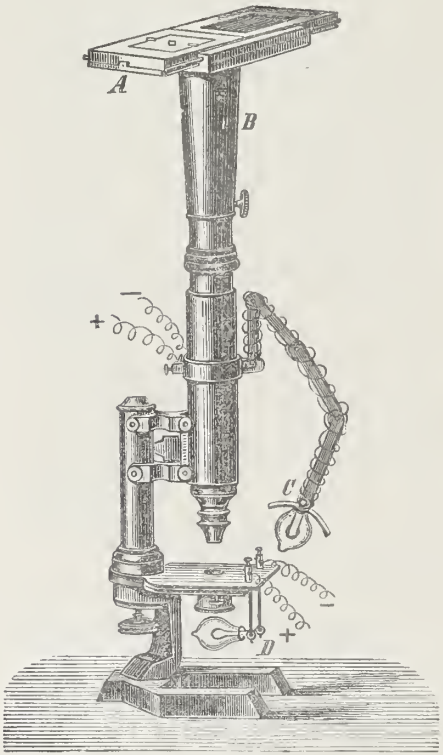



Fig. 84.

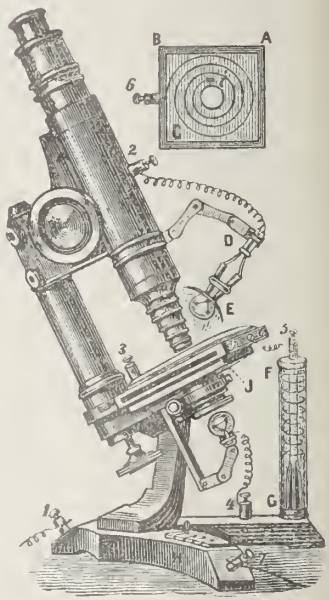



Fig. 85

der eine Poldraht mit der Masse des Stativs verbunden, durch die isolirte Klemmschraube 7 wird der andere Poldraht mit der Stöpselschaltung und weiters mit dem Rheostat in Verbindung gesetzt.

Ferner empfiehlt Stein, die eine Hälfte der Glaskugel der Glühlichtlampe versilbern zu lassen, da man hierdurch einen Hohlspiegel erhält, welcher das von dem Lichtpunkte auffallende Licht parallel auf das Object wirft. Zur Speisung einer derartigen Glühlichtlampe genügen 6 Volt vollkommen. Sehr gut eignen sich für diesen Zweck

drei grosse Bunsenelemente oder eine sechsplattige Tauchbatterie. Als erregende Flüssigkeit für letztere empfiehlt Stein[1]) 250 g Kaliumbichromat, 1 Liter Wasser und 250 ccm englische Schwefelsäure. Durch diese Mischung wird die elektromotorische Kraft der Batterie sehr bedeutend, so dass für den Anfang das Lämpchen schon bei einem 2 mm tiefen Eintauchen der Zink- und Kohlenplatten heftig erglüht; lässt die Batterie etwas nach, so senkt man die Platte etwas tiefer ein oder entfernt von Zeit zu Zeit die eventuell vorhandenen Polarisationsgase, indem man die Platten in der Flüssigkeit durch Heben und Senken auf und ab bewegt. Nach öfterem Gebrauche sind die Zinkplatten frisch zu amalgamiren, was man dadurch erreicht, dass man das Zink erst in verdünnte Schwefelsäure bringt (1 Theil Schwefelsäure auf ca. 5 Theile Wasser), daselbst kurze Zeit, etwa eine Minute, verweilen lässt und dann mittels eines Lappens Quecksilber aufreibt.

Mit Vortheil dürfte zum Speisen der elektrischen Glühlampe auch ein Accumulator Verwendung finden, den man von Zeit zu Zeit mit Hilfe von 1—2 Bunsen-Elementen ladet.

#### 4. Das diffuse Tageslicht.

Dieses Licht ist für viele Fälle der Mikrophotographie geeignet, nur bei starken Vergrösserungen ist das Einstellen bei diesem Lichte, seiner zu geringen Intensität halber, kaum möglich. Als Fehler haftet diesem Lichte für unsere Zwecke seine je nach Jahres- und Tageszeit, Bedeckung des Himmels etc. sehr variable chemische Actinität an, die sich in der Schwierigkeit kundgiebt, die beste Expositionszeit zu treffen.

Wegen der grossen Veränderlichkeit in der Intensität dieser Lichtquelle halte ich es bei im durchfallenden Lichte zu machenden Aufnahmen für zweckmässiger, eine künstliche Lichtquelle heranzuziehen. Für Aufnahmen in auffallendem Lichte, welche bei diffusem Tageslicht gemacht werden sollen, gilt das hierüber Seite 87 Gesagte.

Ich schalte hier eine kleine Tabelle[2]) ein, welche uns einen Begriff über die Schwankungen der Intensität des blauen Himmelslichtes zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten giebt.

---

1) Stein (3) pro 1887. Seite 250.

2) Eder (2) I, Seite 81.

| | Vormittag | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12h | 11h | 10h | 9h | 8h | 7h | 6h | 5h | 4h |
| 21. Januar | 26,53 | 25,53 | 22,30 | 16,42 | 7,41 | — | — | — | — |
| 20. Februar | 32,22 | 31,43 | 28,93 | 24,14 | 16,31 | 5,13 | | | — |
| 20. März | 36,23 | 35,77 | 34,10 | 30,65 | 24,64 | 15,32 | 2,78 | — | — |
| 21. April | 38,07 | 37,90 | 27,13 | 35,12 | 30,99 | 24,14 | 14,18 | 1,64 | |
| 22. Mai | 38,30 | 38,29 | 38,02 | 36,85 | 33,98 | 28,66 | 20,62 | 10,23 | — |
| 21. Juni | 38,27 | 38,30 | 38,18 | 37,27 | 34,77 | 30,06 | 22,75 | 13,14 | 2,07 |
| 21. Juli | 38,30 | 38,29 | 38,02 | 36,85 | 33,98 | 28,66 | 20,62 | 10,23 | |
| 21. August | 38,07 | 37,90 | 37,13 | 35,12 | 30,99 | 24,14 | 14,18 | 1,64 | — |
| 23. September | 36,23 | 35,77 | 34,10 | 30,65 | 24,64 | 15,32 | 2,78 | | — |
| 21. October | 32,22 | 31,43 | 28,93 | 24,14 | 16,31 | 5,13 | | — | — |
| 21. November | 26,53 | 25,53 | 22,30 | 16,42 | 7,41 | — | — | — | — |
| 21. December | 23,63 | 22,57 | 19,14 | 12,90 | 3,48 | | — | — | — |
| | 12h | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | 7h | 8h |
| | Nachmittag | | | | | | | | |

### 5. Das Magnesiumlicht.

Dieses Licht, welches sich besonders durch hohe actinische Kraft und leichte und billige [1]) Anwendbarkeit auszeichnet, wird vielfach für mikrophotographische Zwecke empfohlen. Der grösste und man kann sagen fast einzige Nachtheil [2]) des Magnesiumlichtes ist bis heute der, dass trotz der schon manigfach verbesserten Magnesiumlampen das Magnesiumband nicht immer an der vollständig gleichen Stelle seine grösste Lichtintensität besitzt, es rückt der Lichtpunkt manchmal etwas tiefer, dann wieder etwas höher, so dass man nie sicher sein kann (selbst bei vollkommen richtiger Aufstellung des Instrumentariums), während der Exposition ein stets gleichmässig erleuchtetes Gesichtsfeld zu erhalten. Schon beim Einstellen macht sich dieser Uebelstand recht unangenehm fühlbar, indem der grellen, schönen Beleuchtung des ganzen Gesichtsfeldes nicht selten, aus unten angegebenen Gründen, plötzlich Dunkelheit folgt und erst nach einiger Zeit, wenn der Lichtpunkt wieder die richtige Stelle eingenommen hat, Helligkeit eintritt. Doch empfehle ich diese Lichtquelle trotz dieses nicht geringen Uebelstandes allen jenen, welche nur sehr

1) Der Preis des Magnesiums ist in neuester Zeit ausserordentlich gesunken.

2) Der bei der Verbrennung sich entwickelnde Rauch würde, wenn es sich nur um zwei bis drei Aufnahmen handelt, nicht besonders lästig empfunden werden, nöthigenfalls lässt er sich auch durch einige ca. 4 cm weite Blechrohre leicht ableiten.

selten genöthigt sind, Aufnahmen bei sehr starken Vergrösserungen zu einer Zeit zu machen, wo ihnen kein Sonnenlicht zur Verfügung steht, und welchen die Anschaffung der Apparate zur Erzeugung von elektrischem oder Zirkonlicht aus finanziellen oder anderen Gründen nicht convenirt. Die Schärfe der Aufnahmen lässt, so kann ich nach sehr zahlreichen Versuchen versichern, bei der unten beschriebenen Anordnung, gegenüber der mit anderen Lichtquellen zu erzielenden, kaum etwas zu wünschen übrig; man setzt sich bei Verwendung dieses Lichtes einzig und allein der Gefahr aus, dass manche Platte, wegen längerer oben erwähnter Verdunkelung während der Exposition, unterexponirt ist. Zur Verbrennung des Magnesiums muss man sich einer mit Uhrwerk versehenen Lampe bedienen. Benecke [(1) S. 41] empfiehlt eine von ihm construirte verbesserte Magnesiumlampe, welche sich gegenüber den gewöhnlichen Lampen durch Anbringung eines Drahtnetzes *K* (Fig. 86) unter dem das Magnesiumband führenden Messingrohre unterscheidet; er vermindert durch diese Einrichtung die Grenzen, zwischen denen das Auf- und Abrücken des leuchtenden Punktes stattfinden kann, und sagt über diese Lampe folgendes:

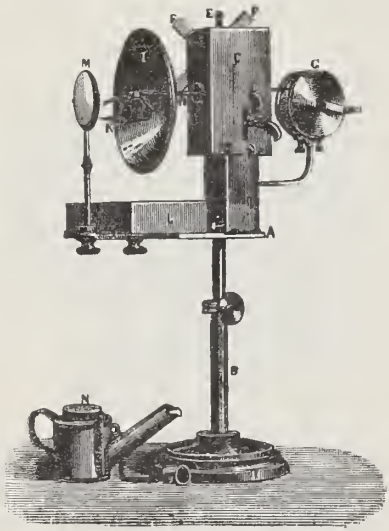


Fig. 86.

„Auf einer horizontalen Messingplatte *A*, die auf dem schweren Fusse *B* höher und tiefer gestellt werden kann, erhebt sich das von einem viereckigen Gehäuse *C* eingeschlossene Uhrwerk, welches mittels des Schlüssels *D* aufgezogen wird, bei *E* eine Arretirung und bei *F* einen je nach der gewünschten Geschwindigkeit stellbaren Flügelregulator zeigt. Das Uhrwerk bewegt zwei kleine mit Gummi überzogene Walzen, durch deren Drehung die Bewegung des Magnesiums bewirkt wird. Das Magnesiumband ist in der hinten an dem Uhrgehäuse befindlichen, kleinen Trommel *G* auf einer leicht drehbaren Achse aufgerollt. Aus dieser Trommel tritt es an der Hinterwand des Uhrgehäuses in eine flache Röhre ein, durch welche es zwischen die Gummiwalzen geleitet wird. Diese schieben das

Magnesium durch eine zweite flache Röhre *H*, welche den concaven Metallspiegel *I* etwas oberhalb seines Mittelpunktes durchbohrt und ein wenig oberhalb des Brennpunktes des Spiegels endet, aus dem Gehäuse heraus. Das vor dem Anbrennen erweichende Metall senkt sich dabei in den Brennpunkt des Spiegels und wird durch ein dicht unterhalb desselben befindliches, an der Röhre *H* befestigtes, horizontales Drahtnetz *K* aufgefangen und auch bei etwa momentan zu geschwinder Drehung der Walzen verhindert, sich aus dem Brennpunkte zu entfernen. Es muss also immer genau im Brennpunkte des Spiegels verbrennen, und man hat nur nöthig, von Zeit zu Zeit die auf dem Drahtnetz sich ansammelnde Magnesia abzustreichen, die dann in die unterstehende Schale *L* herabfällt. Um das Magnesium anzuzünden, wird zuerst die Röhre *H* und das Drahtnetz mit einer kleinen Spirituslampe *N* erwärmt, dann lässt man das Magnesium bis auf das Drahtnetz herabtreten, entzündet es und setzt im Augenblicke des Anbrennens das Uhrwerk durch Aufhebung der Arretirung in Bewegung, wobei der Gebrauch einer Brille von ausserordentlich dunklem Glase sehr anzurathen ist. Mittels der Linse *M* werden die von dem brennenden Metall und dem Hohlspiegel ausgehenden Lichtstrahlen convergent gemacht und die Lampe wird dem photographischen Apparate gegenüber in passender Entfernung aufgestellt."

Die eben beschriebene Lampe betreffend, muss hinzugefügt werden, dass die Verwendung von Sammellinse und Concavspiegel für unsere Zwecke meist keinen Vortheil bietet; viel besser ist es, diese Bestandtheile der Lampe ganz hinwegzulassen und bei starken Vergrösserungen die Leuchtfläche direct durch den Condensor in die Objectebene zu projiciren.

Hierbei empfiehlt es sich, möglichst nahe vor der Magnesiumflamme eine genau centrirte Blende (s. Fig. 53) aus geschwärztem Messingblech mit ca. 1 cm Oeffnung aufzustellen, da durch dieselbe der flackernde Theil der Lichtquelle ausgeschlossen wird.

Zur Herstellung einer möglichst ruhig und gleichmässig hoch brennenden Magnesiumflamme habe ich gefunden, dass es am zweckmässigsten ist, die Geschwindigkeit der Abwicklung derart zu reguliren, dass die leuchtende Fläche circa 2 cm hoch ist. das Band noch rascher laufen zu lassen ist nicht nöthig. Man stellt die Lampe nun derart auf, dass die Austrittsöffnung des Bandes ca. $^3/_4$ cm über der optischen Achse des Instrumentariums liegt. Gleichzeitig muss man darauf achten, dass das verbrannte Band (Magnesiumoxyd),

so lange es in Verbindung mit dem noch brennenden Bande ist, nirgends aufsteht und so das letztere nach oben oder seitlich auszuweichen zwingt. Man entferne deshalb fortwährend den unteren Theil dieses „Aschenbandes" während des Brennens dadurch, dass man etwa 5 cm unter der Flamme durch kurze rasche Schläge mit einem Stäbchen das Band abbricht.

Ebenso ist es vortheilhaft, das sich meist schon nach einer halben Minute Brennens am Ende der Austrittsröhre des Bandes massenhaft ansammelnde Oxyd vorsichtig abzustreifen; verlöscht hierbei das eine oder andere Mal die Lampe, was bei einiger Uebung aber kaum eintritt, so rechnet man die Zeit bis zum Wiederanzünden von der Expositionszeit ab und exponirt dann ohne irgend einen Schaden weiter. Wenn ich meine ganz gewöhnliche Magnesiumlampe auf diese Weise behandelte, schlug mir fast nie eine Aufnahme durch unrichtige Exposition fehl; beim Einstellen ist es wünschenswerth, über einen Gehilfen zu verfügen, der während dieser Zeit obige Arbeiten besorgt.

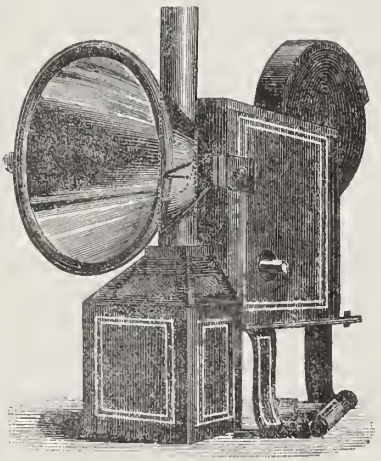


Fig. 87.

In neuerer Zeit wurden von Ney[1]) verbesserte Magnesiumlampen (Fig. 87) construirt, bei welchen das Auf- und Abrücken des Lichtpunktes in sehr geringem Masse stattfinden soll; dieselben werden von Professor Gustav Fritsch auf das Beste beurtheilt; allerdings wurden sie von ihm, wie ich glaube, nur für mittelstarke Vergrösserungen angewandt.

Eine wegen ihrer chemischen Intensität ganz ausgezeichnete Lichtquelle haben wir im Magnesiumlichte dann vor uns [vergl. Zeiss' (10) Seite 24], wenn wir das Licht nicht direct zur Beleuchtung des Objectes verwenden, sondern mit seiner Hilfe eine Matt-Glasscheibe erhellen, welche dann als Lichtquelle functionirt. (Ueber diese Anwendung siehe das betreffende, später folgende Capitel.) Natürlich ist aber bei dieser Anordnung die Lichtstärke bedeutend geringer,

1) O. Ney, Mechaniker, Werkstatt für Präcisionsarbeiten. Berlin S.W., Wilhelmstrasse 34.

so dass dieselbe dann nur für mittelstarke Vergrösserungen genügend ist.

Bezüglich des zu verwendenden Magnesiumbandes sei erwähnt, dass man in neuerer Zeit anstatt des einfachen schmalen Bandes mit Vorliebe breitere und in der Mittellinie von Oeffnungen durchbrochene Bänder anwendet, da dieselben leichter entzündlich sind und gleichmässiger abbrennen.

### Magnesiumblitzlampe.

Stenglein beschreibt (Jahrbuch f. Photogr. pro 1889. S. 210) eine Magnesiumblitzlampe, bei welcher die von Gädicke und Miethe gemachte Erfindung des Magnesiumblitzlichtes für mikrophotographische Zwecke brauchbar gemacht und zur Herstellung von mikrophotographischen Momentbildern Verwendung finden soll. Wie aus dem Seite 110, bei Besprechung des Momentverschlusses Erwähnten hervorgeht, wird diese Lampe allerdings nur dann anwendbar sein, wenn es sich um Aufnahmen von Objecten handelt, bei denen es nicht nöthig ist, einen bestimmten Moment zur Exposition abzuwarten, sondern wo überhaupt eine momentane Belichtung zum Ziele führt. Stenglein beschreibt diese Lampe folgendermassen:

„Den Körper dieser Magnesiumblitzlampe bildet ein Blechcylinder von 30 cm Durchmesser und 30 cm Länge. Auf der einen Frontseite des Cylinders ist derselbe verschlossen, während auf der anderen sich eine Glasscheibe befindet, vor der eine Blende eingesetzt ist, deren Oeffnung genau den Durchmesser der Beleuchtungslinse hat. Blende und Glasscheibe bilden eine Thür, durch die man das Magnesium in die Laterne bringt und von wo aus die nöthige Reinigung bequem erfolgen kann. Das Magnesium wird auf eine flache Schale ausgestreut, die, aus starkem Eisenblech hergestellt, 3 cm Durchmesser hat und auf einer Seite zur Befestigung des Zündpapieres etwas eingekerbt ist. Die Schale ist auf einer kleinen Säule im Mittelpunkt der Laterne befestigt. Links von der Schale, in der Längswandung der Laterne, ist ein 1,5 cm langer und 0,5 cm breiter Schlitz, der mit einem Schieber zu verschliessen ist und durch den die Entzündung des Papieres erfolgt, angebracht. Auf der Laterne ist ein Schornstein angebracht, der derart aufgestellt ist, dass eine gedachte Verlängerung der die Schale tragenden Säule die Achse desselben bilden würde. Dieser Schornstein ist auf die Höhe von 25 cm, von der Laterne ab gerechnet, konisch und hat in seinem unteren Durchmesser 25 cm, im oberen und in seiner Fortsetzung 15 cm. Auf

1 m Länge ist derselbe knieförmig gebogen und mündet bei weiteren 4 m Länge ins Freie. Im oberen Theile des Schornsteines, ca. 0,75 bis 1 m von der Ausmündung, ist mit demselben der Ventilationsapparat der Ingenieure M. Lutzner & H. Gruntow (Berlin, S. W., Yorkstr. Nr. 9) verbunden, der von der Wasserleitung aus betrieben wird und die Magnesiumdämpfe absaugt. Ein Eindringen von Dämpfen in die Arbeitsräume ist durch diese Einrichtung vollkommen ausgeschlossen, ebenso versagt dieselbe bei stürmischem Wetter ihre Functionen nicht, eine Beobachtung, die bei anderen Magnesiumlampen häufig gemacht wurde. Die Aufstellung der Laterne muss derart erfolgen, dass die das Magnesium aufnehmende Schale genau in die optische Achse des Apparates gebracht wird, resp. genau rechtwinklig zu derselben steht. Nur die allergenaueste Aufstellung garantirt einigermassen den Erfolg."

Gebaut ist die Laterne in der mechanischen Werkstatt der Gebrüder Sokol (Berlin S., Alexandrinenstrasse 23).

### 6. Das Kalklicht und das Zirkonlicht.

Das Kalklicht wurde in neuester Zeit von Crookshank[1]) und dann insbesondere von Jeserich (4) als eine der günstigsten Lichtquellen für mikrophotographische Zwecke empfohlen; es eignet sich hierfür auch ganz vorzüglich, weil ebenso wie beim Magnesium- und Bogenlicht die leuchtende Fläche eine sehr kleine aber äusserst helle ist. Hierdurch ist man durch Anwendung einer Sammellinse oder eines Condensors im Stande, das das Präparat erhellende Lichtbildchen auf einfache Weise auf eine sehr geringe Flächenausdehnung zu concentriren, was für Aufnahmen bei den stärksten Vergrösserungen von grösster Wichtigkeit ist.

Das eben vom Kalklicht Gesagte gilt in ganz derselben Weise für das auch hinsichtlich seiner Herstellung nächstverwandte Zirkonlicht. Der ganze Unterschied dieser zwei Lichtquellen besteht nur im Glühkörper, der im einen Falle Kalk, im anderen die feuerbeständigere Zirkonerde ist. Wenngleich die Verwendbarkeit der Zirkonerde zu Glühkörpern schon länger bekannt ist, wurden eigene Apparate zur Erzeugung des Zirkonlichtes in sehr vervollkommneter Form erst in neuester Zeit und zwar zuerst von der Firma Schmidt & Haensch in Berlin in Handel gebracht.

1) Crookshank's Reversible Photomicrogr. App. Journ. and Transact. Phot. Soc. of Great Brit. XI. 1887. p 144—152 (vergl. auch Crookshank's „Photography of Bacteria", 1887).

Zur Herstellung des Kalklichtes wird am besten die Flamme verwendet, welche durch Verbrennen eines Gemisches von 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff entsteht; es ist dieses in dem genannten Verhältnisse gemischte Gas das sogenannte „Knallgas". Da dasselbe vermöge seiner Beimischung von Sauerstoff nicht nur an der Luft, sondern ebenso gut in geschlossenem Raume verbrennen kann und andererseits diese Verbrennung unter starker Explosion vor sich geht, so dürfen diese Gase absolut nicht früher gemischt werden, als in dem Momente und an dem Orte, wo sie verbrennen sollen. Obige Lichtquellen beruhen nun darauf, dass man in diese äusserst heisse Flamme ein Stückchen Kalk (oder ein Zirkonplättchen) bringt, welche Substanzen darin weissglühend werden und ein höchst intensives Licht ausstrahlen.

Man hat sich überzeugt, dass anstatt Wasserstoffgas auch Leuchtgas oder Alcoholflammen, wenn ihnen reiner Sauerstoff in passender Weise zugeführt wird, eine fast ebenso intensive Hitze zu erzeugen im Stande sind als Knallgas und man verwendet aus Bequemlichkeitsrücksichten deshalb mit Vorliebe die beiden letzteren Wärmequellen. Wir wollen im Folgenden auch nur diese kennen lernen, da sich Mikrophotographen in den meisten Fällen wohl vor der Anschaffung zweier Gasometer scheuen werden, andererseits die Herstellung des Wasserstoffes so einfach ist, dass sie Jeder in dem kleinsten Lehrbuche der Chemie genügend beschrieben findet; zu achten ist bei derselben nur darauf, dass absolut keine atmosphärische Luft, sondern nur vollständig reiner Wasserstoff in das Gasometer kommt.

### Bereitung des Sauerstoffgases.

Reichliche Mengen von Sauerstoff erhält man in einfacher und billiger Weise durch Erhitzen des chlorsauren Kali; man muss sich bei allen Arbeiten mit diesem Präparate nur vor Augen halten, dass es mit organischen und vielen anderen Substanzen absolut nicht zusammengerieben oder erhitzt werden darf, da dies zu heftigen Explosionen Veranlassung gäbe; man hat deshalb vor allem besonders auf grosse Reinheit des Präparates, von zufälliger Beimischung von Holzpartikelchen und dergl., zu achten.

Da der Process bei alleiniger Anwendung von chlorsaurem Kali ungleichmässiger verläuft, als wenn man demselben eine gewisse Gewichtsmenge reinen ausgeglühten Braunsteins beifügt, so empfiehlt sich dieser Zusatz ungemein; zur Noth macht anstatt des Braun-

steins auch reiner ausgeglühter Sand (der also auch vollständig frei von organischen Substanzen sein muss) die Entwicklung gleichmässiger und ruhiger. Das vorherige Ausglühen des käuflichen Braunsteinpulvers ist sehr zu empfehlen und geschieht entweder in Schmelztiegeln [1]) unter öfterem Umrühren, um immer andere Partien an die Oberfläche zu bringen und hierdurch beigemischte organische Substanzen durch den dort stattfindenden Luftzutritt zu verbrennen, oder noch besser in flachen, eisernen Schalen (Sandbadschalen [2]) oder dergl.). Das erkaltete Braunsteinpulver wird mit der gleichen Gewichtsmenge käuflichen chlorsauren Kalis (ohne es vorher zu pulvern) auf einem Bogen Glanzpapier mittels einer Federfahne gemischt und dann in das Entwicklungsgefäss gebracht.

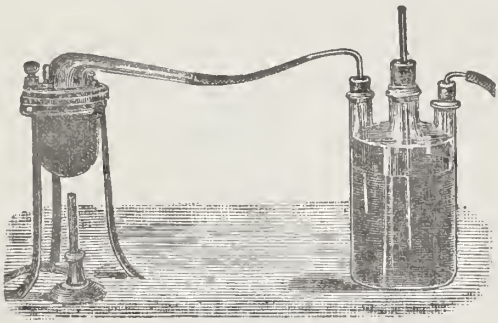


Fig. 88.

Als Entwicklungsgefäss eignet sich eine Retorte aus schwer schmelzbarem Glas, aber ungleich besser, bei nur etwas grösseren Mengen, eine kupferne oder noch besser eiserne Entwicklungsflasche [3]) oder Retorte, Fig. 88. Man bringt in dieses Entwicklungsgefäss die oben erwähnte Mischung von chlorsaurem Kali und Braunstein und verschliesst dann das Gefäss luftdicht [4]), so dass das sich aus der Mischung entwickelnde Gas nur durch das Abzugrohr austreten kann. Letzteres wird mit Hilfe eines Kautschukschlauches mit einer Wulfischen Flasche von ca. 2—5 Liter Fassungsraum in Verbindung gebracht, die man mit gewöhnlichem Wasser, oder noch besser mit sehr ver-

1) Siehe u. A.: W. J. Rohrbeck, Wien I., Kärnthnerstrasse 59, Katalog 1887. No. 1877 oder Lenoir & Forster, Wien, Waaggasse. Katalog I, No. 1716—1717.

2) W. J. Rohrbeck (l. c.) No. 1842. Lenoir & Forster (l. c.) No. 1700.

3) W. J. Rohrbeck (l. c.), Katalog 1887. No. 1816 und No. 1160, 1161 oder Lenoir & Forster (l. c.), No. 1649 und 2293—2296.

4) Die Dichtung geschieht bei den kupfernen Entwicklungsflaschen durch einfaches Einschrauben des Abzugrohres, bei den eisernen Retorten dadurch, dass man zwischen den Untertheil und den aufsetzbaren, das Abzugrohr tragenden Helm eine käufliche, kreisförmig zugeschnittene Asbestplatte legt, in deren Centrum man eine ca. 2 qcm grosse Oeffnung gemacht hat, um dem abtretenden Gase den Durchtritt zu gestatten. Ist die Asbestplatte auf den unteren Theil der Retorte, den sie vollkommen bedecken muss, aufgelegt, so stülpt man den Helm darüber und legt

dünnter Kalilauge (10 g pro 1000 aq) mehr als zur Hälfte füllt. Diese Flasche ist derart montirt, dass durch den einen Tubulus ein Zuleitungsrohr *a* führt, welches bis nahe zum Boden der Flasche reicht, durch den zweiten Tubulus tritt ein Rohr *b*, welches eben nur durch den Kork hindurchtritt, ohne tiefer ins Innere der Flasche hineinzuragen. Das sich entwickelnde Gas wird, da es durch *a* eintretend die Flüssigkeitsschicht passiren muss, um zum Austrittrohre *b* zu gelangen, gewaschen und von mitgerissenem Braunstein etc. befreit. Das Abzugrohr *b* wird mittels eines entsprechend langen Kautschukschlauches mit dem Gasometer in Verbindung gesetzt, wenn man sich durch Versuche mit einem glimmenden Span oder Zündholz, das man an die Mündung des erwähnten Kautschukschlauches hält, überzeugt hat, dass die in der Retorte und Waschflasche enthaltene Luft schon durch das nachdringende Sauerstoffgas verdrängt wurde. Entströmt schon Sauerstoff, so entzündet sich der Span oder das Zündholz und brennt mit hellleuchtender Flamme fort. Bemerkt muss noch werden, dass sämmtliche Leitungsröhren des Gases (Schläuche und Glasrohre) eine angemessene innere Weite haben müssen (mindestens 8—10 mm), da die Entwicklung oft stürmisch vor sich geht. Bezüglich der Grösse der Flamme ist zu bemerken, dass man bei eisernen und kupfernen Entwicklungsgefässen anfangs eine kräftige Flamme verwendet, bis man die Entwicklung in Gang gebracht hat, was man am Aufsteigen der Gasblasen in der Wulfischen Flasche leicht ersieht. Ist die Entwicklung in lebhaftem Gange, so verkleinere man die Flamme etwas, da die Entwicklung sonst leicht sehr stürmisch wird, jedoch nehme man keine zu kleine Flamme, da sonst durch die eintretende Abkühlung eventuell Wasser aus der Wulfischen Flasche ins Entwicklungsgefäss zurücktreten könnte; überhaupt controlire man fortwährend das Fortschreiten der Entwicklung am Durchtreten des Gases durch das Waschwasser. Nach der Epoche der lebhaften Entwicklung folgt wieder eine solche, welche mehr Hitze, daher eine grössere Flamme erfordert; schliesslich wird die Gasentbindung immer langsamer, bis sie nahezu voll-

---

die 3—4 Klemmschrauben an, um den Helm mit dem Bodentheil fest zu verbinden. — Es giebt im Handel auch Gasentwicklungsgefässe, bei welchen der untere Theil an seinem oberen Rande eine Furche trägt, in welche sich der obere helmartige Theil einschiebt; hier geschieht die Dichtung dadurch, dass diese Furche mit einem dünnen Brei von mit Wasser angerührtem, gebrannten Gyps ausgegossen wird und dann die Erstarrung abgewartet wird; diese Methode ist viel weniger zweckmässig als die vorhergehende.

ständig aufhört; dann entferne man unverzüglich, des erwähnten Zurücktretens des Wassers halber, die Verbindung zwischen Entwicklungsgefäss (Retorte) und Waschflasche und dann erst diejenige zwischen letzterer und dem Gasometer.

Zum Aufsammeln des Gases dient ein Gasometer oder ein meist aus Kautschuk angefertigtes Gasbehälter. Eine sehr einfache Vorrichtung der ersten Art ist in Fig. 89 abgebildet.

Dieses Gasometer besteht aus zwei oben offenen, mit Boden versehenen cylindrischen Gefässen von Blech oder Kupfer, am besten lackirt, *A* und *B*, einem weiteren, aufrecht stehenden *A*, und einem engeren *B*, das, mit dem Boden nach oben gekehrt, in ersteres herabgelassen wird. Dicht über dem Boden des äusseren Behälters befindet sich eine Oeffnung, durch welche ein unter rechtem Winkel gebogenes Rohr nach innen und nahe bis an den Boden des inneren Cylinders geht, sobald dieser seine tiefste Stellung erreicht hat. Ausserhalb des Cylinders communicirt das Rohr mit einem ebenfalls unter rechtem Winkel nach aufwärts gebogenen und durch einen Hahn verschliessbaren Rohre. Das nach aussen gehende untere Röhrenstück kann durch einen Stopfen *g* luftdicht verschlossen werden. Beim Gebrauche wird der Apparat durch Eingiessen von oben mit Wasser gefüllt, wobei die eingeschlossene Luft durch den geöffneten Hahn *c* entweicht. Wenn man alsdann das offene, nach aussen gehende untere Röhrenstück *g* mit dem Gasentwicklungsapparate verbindet, so wird sich allmählich der innere Cylinder in dem Masse heben, als Gas in denselben eintritt. Zur Verminderung des Druckes ist damit noch ein sein Gewicht balancirendes Gegengewicht *b* verbunden. Je nachdem dieses später verringert oder entfernt, oder der Cylinder noch durch aufgelegte Gewichte beschwert wird, kann man das aufgefangene Gas aus dem wieder geöffneten Hahne *c* mit verschiedener Geschwindigkeit austreten lassen.

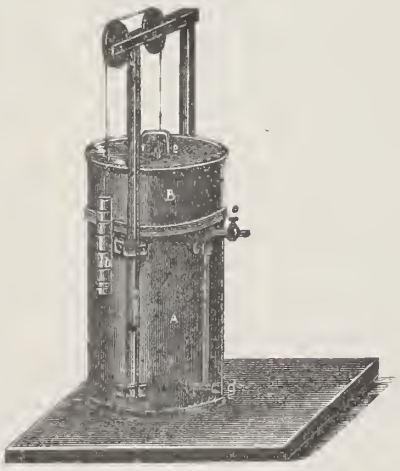


Fig. 89.

Das eben beschriebene Gasometer hat den Vortheil, dass es nach einmaliger Füllung des äusseren Gefässes mit Wasser kein

Nachfüllen von Wasser nöthig hat; doch ist ein nicht zu unterschätzender Uebelstand dieser Construction der, dass der Gasdruck wenig constant ist. Einestheils ist an dieser Erscheinung der Umstand schuld, dass das Gasreservoir, sowie es tiefer ins Wasser einsinkt, an Gewicht verliert; anderntheils nimmt auch von dem Momente, wo die innere Glocke am Boden des äusseren Reservoirs aufsteht, der Gasdruck ziemlich rasch ab, nämlich in dem Verhältniss, als die Differenz im Wasserstande der inneren Glocke gegenüber dem äusseren Reservoir kleiner wird. Da der erstangegebene Factor weniger ins Gewicht fällt, und auch durch Auflegen von Gewichten auf das Gasreservoir oder durch entsprechendes Stellen des Abzughahnes so lange regulirt werden kann, bis der zweitangegebene Umstand eintritt, so empfiehlt es sich, bei Verwendung dieser Gasometerconstruction ein grösseres und höheres Gasometer anzuwenden, als man bezüglich des gewünschten Rauminhaltes anwenden müsste.

Zweckmässiger und billiger als die eben beschriebenen Gasometer sind jene, welche nur aus einem einzigen Reservoir bestehen, welches abwechselnd mit Gas und Wasser gefüllt wird; besonders eignet sich diese Construction dort, wo leicht und bequem grössere Mengen von Wasser zur Verfügung stehen.

Ein derartiges Gasometer, s. Fig. 90, ist ein mindestens 100 Liter fassendes vollständig geschlossenes Behältniss aus starkem Zinkblech, auf dessen Deckel drei durch Hähne absperrbare Messingrohre aufsitzen. Eines derselben, *a* (meist das centrale), führt bis an den Boden des Gasometers und dient zum Einleiten des Wassers, das zweite und dritte reicht nur bis in das Innere des Gasometers, aber nicht weiter, das eine der beiden, *b*, trägt eine doppelt gebogene Glasröhre, die mit etwas Quecksilber gefüllt als Manometer dient, das andere Rohr *c* dient zum Austritt des Gases. An der Basis des Gasometers ist ein gut verschliessbares, schief aufgesetztes, 3 bis 4 cm weites, kurzes Rohr *d* angebracht, das zum Einleiten des Gases und als gleichzeitige Abflussstelle des durch das Gas verdrängten Wassers dient.[1]) Seitlich befindet sich am Gasometer noch ein

1) Sehr zweckmässig ist es aus unten angegebenen Gründen, wenn das in das Rohr *d* einschraubbare, mit einem Kautschuk- oder Lederring gedichtete Messing-Verschlussstück in der Mitte durchbohrt ist und einen Hahn aufnimmt, da man dann durch Anstecken eines Kautschukschlauches an den Hahn und durch Oeffnen des letzteren bequem im Bedarfsfalle Wasser aus dem Gasometer ablassen kann.

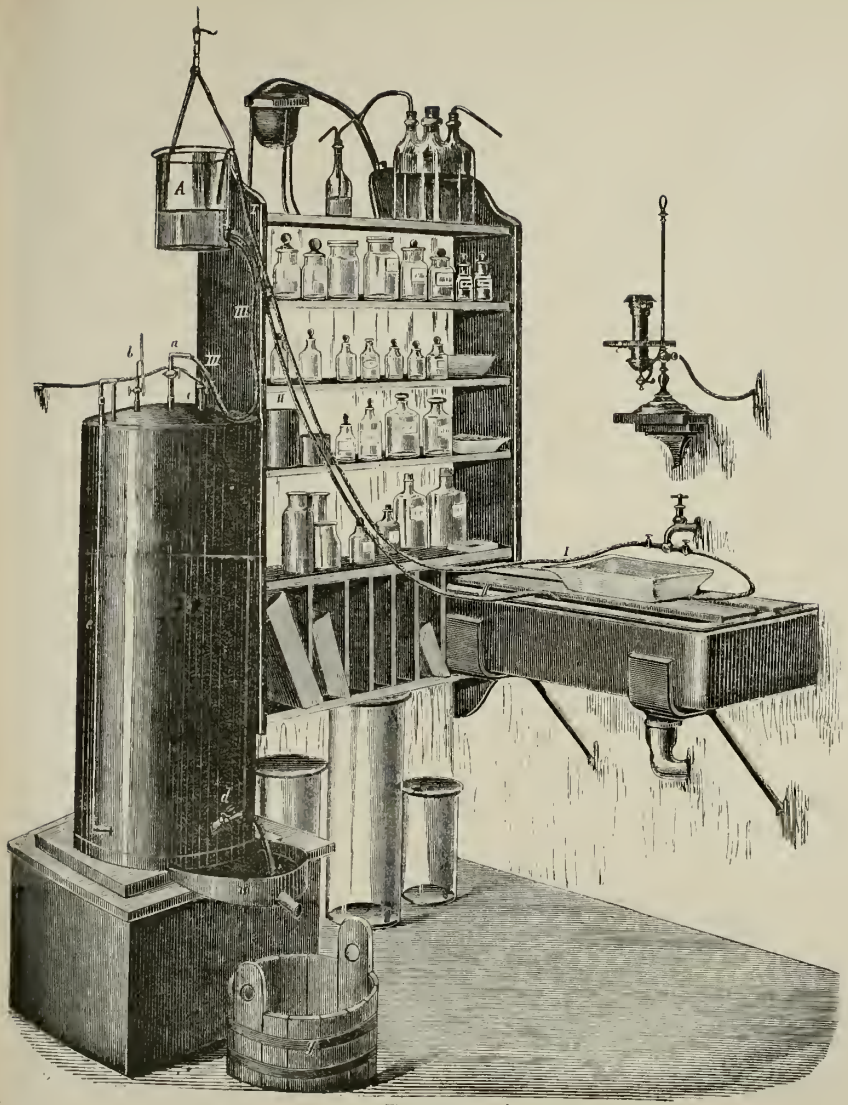



Fig. 90.

Wasserstandsrohr *e*, um den jeweiligen Stand des Gases von aussen controliren zu können.

Das ganze Gasometer wird mit Vortheil in eine flache Zinkschale mit Abflussrohr gestellt, die man auf einen niedrigen Tisch stellt, um unter das Abflussrohr bequem Gefässe *g* unterstellen zu können. Es genügt auch vollkommen, unter den Ablauf *d* eine Tasse *m* mit Ausflussrohr zu schieben (s. Fig. 90).

Um das Gasometer mit Gas füllen zu können, muss es dadurch, dass man den Ansatz der Röhre *a* mittels starken Kautschukschlauches mit einer Wasserleitung verbindet, vorerst mit Wasser gefüllt werden; man öffnet hierbei den Hahn bei *c* und *a* und schliesst denjenigen bei *b*. Ist diese Füllung mit Wasser vollendet, so ist das Gasometer zur Aufnahme des Gases vorbereitet und es kann das in der oben beschriebenen Weise hergestellte Sauerstoffgas in das Gasometer eingeleitet werden; man schliesst den Hahn *a* und *c* und auch *b* bleibt geschlossen, dann öffnet man das Rohr *d* und führt dort den von der Waschflasche kommenden Schlauch ein. Falls sich jedoch von einer früheren Füllung des Gasometers her noch etwas Sauerstoffgas im Gasometer befindet und dasselbe steht unter gleichem oder höherem Drucke als die Luft ausserhalb des Gasometers, so tritt das Wasser beim Oeffnen von *d* mit solcher Vehemenz aus, dass es in weitem Bogen hinausspritzt und kaum aufgefangen werden kann. Es empfiehlt sich daher, die oben beschriebene Einrichtung, die uns erlaubt, ehe man das Verschlussstück bei *d* abschraubt, durch Ablassen von Wasser durch den Hahn und den darauf aufgesteckten kurzen Schlauch einen negativen Gasdruck im Gasometer zu erzeugen und dann erst das Verschlussstück bei *d* zu öffnen; das Wasser tritt jetzt ruhig aus.

Ist kein solcher Hahn vorhanden, so kann allerdings, aber etwas unbequemer, durch Heberwirkung mit Hilfe des Schlauches III, den man herabhängen lässt und ansaugt, Wasser aus dem Gasometer, zum Behufe der Herstellung eines negativen Druckes, entnommen werden.

Das beim Einleiten des Gases bei *d* austretende Wasser fliesst durch *m* in das Gefäss *g*, welches man nach Bedarf entleert. Entwickelt sich kein Gas mehr, so wird *d* wieder verschlossen. Um das Gas zur Benutzung aus dem Gasometer zu entnehmen, wird *a* mittels Kautschukschlauches mit der Wasserleitung, oder in Ermangelung einer solchen mit einem mindestens $^1/_2$ m über dem Gasometer stehenden Wasser-Reservoir verbunden, der Hahn *a* und *b* geöffnet und dann lässt man Wasser einströmen, bis der nöthige

Druck im Gasometer herrscht (für den Linnemann'schen Brenner ca. 3 cm Quecksilberdruck, d. i. Niveaudifferenz des Quecksilbers in den beiden Schenkeln des Manometerrohres bei *b*), dann wird der Hahn *c* geöffnet und durch passende Stellung des Wasserzuflusshahnes dieser Druck gleichmässig zu erhalten gesucht. Um zu verhindern, dass bei eventuellem zu starkem Gasdrucke das Quecksilber aus dem offenen Manometerschenkel herausgeschleudert wird, was bei Unachtsamkeit zuweilen vorkommt, empfiehlt es sich, über der offenen Mündung ein 5—10 ccm fassendes Lederbeutelchen zu befestigen; es wird hierdurch das Manometer seine Nebenfunction als Sicherheitsventil in gleich guter Weise erfüllen, da im Falle zu grossen Gasdruckes das Quecksilber im Beutelchen zurückgehalten wird, das Gas aber durch die Poren desselben entweichen kann.

Noch zweckmässiger ist es, um das Herausschleudern von Quecksilber, respective einen zu hohen Gasdruck hintanzuhalten, wenn man das Wasser nicht direct aus der Wasserleitung ins Gasometer

Fig. 91.

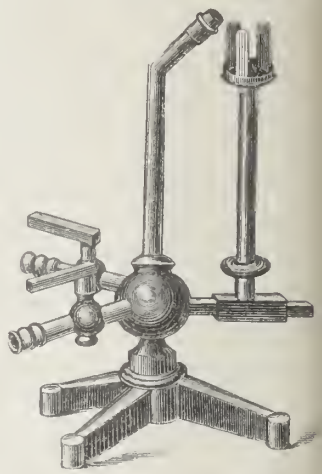


Fig. 92.

leitet, sondern in ein ca. $^1/_2$ m über dem jeweiligen Wasserstand des Gasometers angebrachtes, mehrere Liter haltendes Gefäss *A*. Dieses steht mittels eines nahe am Boden austretenden Schlauches III mit der Oeffnung *a* des Gasometers in Verbindung; das durch das Kautschukrohr I von der Wasserleitung kommende, im Ueberschuss zugeführte Wasser fliesst durch einen im Gefässe *A* etwas höher oben abtretenden Schlauch II wieder ab, so dass dieses Gefäss immer bis zu einem bestimmten Niveau gefüllt bleibt. Man kann auf diese Weise niemals einen zu hohen Gasdruck im Gasometer erhalten, hat aber stets den nöthigen Druck zum Arbeiten zur Verfügung. Sowie das Wasser im Gasometer um einige Decimeter gestiegen ist, zieht man das Reservoir *A*, das am vortheilhaftesten auf einer über eine Rolle laufenden Schnur hängt, etwas mehr in die Höhe.

Beim Gebrauche des Gases hat man sich vorerst mit einem der käuflichen Knallgashähne[1]) zu versehen (s. Fig. 91 u. 92), welche, wie schon oben erwähnt, den Zweck haben, die beiden Gase erst im Momente des Verbrennens zu vermischen. Man leitet in die äussere Röhre *W* das Leuchtgas, in die innere *S* den Sauerstoff.

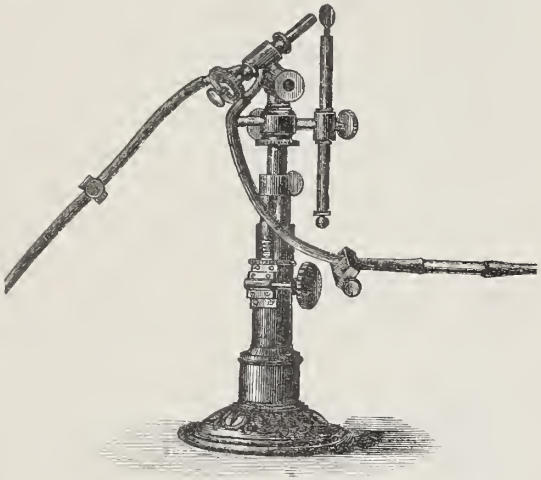


Fig. 93.

Zuerst lässt man Leuchtgas einströmen und entzündet es, dann erst öffnet man den Sauerstoffhahn. Die anfangs grosse Leuchtgasflamme zieht sich nach dem Zuleiten des Sauerstoffes sehr zusammen, weil dann die Verbrennung in einem viel kleineren Raume stattfindet. Man stellt den Hahn so, dass nicht mehr Sauerstoff zutritt als dazu nöthig ist, um die Flamme möglichst klein zu machen; ist dies erreicht, so geschieht die Verbrennung auch ohne besonderes Geräusch. Als Glühkörper werden am besten die käuflichen Kalk-, Magnesia- oder Zirkonerdestifte verwendet; sie werden meist auf einer drehbaren Säule (s. Fig. 92), oder auf einer Schraube befestigt, was den Zweck hat, dass man durch Drehen des Trägers der

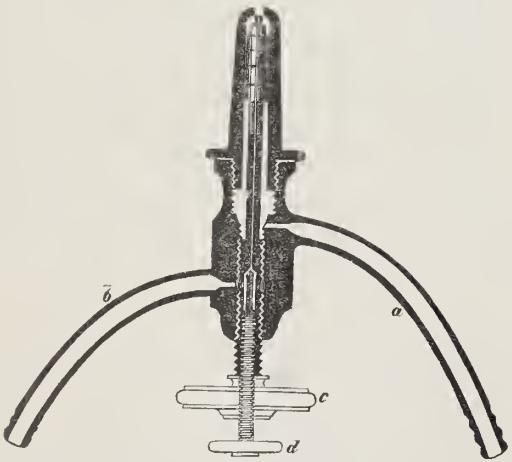



Fig. 94.

1) Siehe u. A: W. J. Rohrbeck, l. c., Katalog 1877, No. 1155 — 1157. Leuoir & Forster, l. c., Katalog No. 513—515 und 2316.

Flamme stets neue Angriffspunkte bieten kann. Letzteres ist darum von Bedeutung, weil durch längere Einwirkung der enormen Hitze ein Sintern des Glühkörpers stattfindet, was die Leuchtkraft beeinträchtigt. Es empfiehlt sich, im Anfange den Glühkörper in einer sauerstoffarmen Leuchtgasflamme vorzuwärmen und erst nach und nach den Sauerstoff reichlicher zutreten zu lassen. Hinsichtlich der Form der Leuchtkörper empfiehlt Jeserich die cylindrischen, gegenüber den in neuerer Zeit in Aufnahme gekommenen prismatischen.

In neuester Zeit haben Fr. Schmidt & Haensch nach Prof. Linnemann[1]) eine neue Leuchtgas-Sauerstoffgebläse-Lampe speciell für Zirkonlicht hergestellt, welche für unsere Zwecke vorzügliche Dienste leistet, nachdem neben den Vortheilen, die das Kalklicht bietet, die actinische Lichtintensität eine erheblich grössere ist. Die Brenner (s. Fig. 93 und 94) sind derart construirt, dass die Verbrennung erst ausserhalb der Düse stattfindet, während bei den bisher angewandten Knallgas-Brennern die Verbrennung der Gase zum Theil schon innerhalb der Düse geschieht, wodurch naturgemäss der Nutzeffect der höchsten Temperatur nachtheilig beeinflusst wird.

Die Fig. 93 zeigt uns das Aeussere, Fig. 94 die innere Einrichtung des Linnemann'schen Brenners.

Das Leuchtgas strömt durch die Röhre *a* in den hohlen Raum der Düse ein, umkreist den Cylinder, der durch die Schraube *c* verstellbar ist, und tritt aus der Düse aus. In *b* tritt Sauerstoff unter vielmal (ca. 15 mal) höherem Drucke als das Leuchtgas durch vier Löcher in das Innere der Schraube und entweicht aus der capillaren Durchbohrung *D* dieser Schraube. Mittels *c* lässt sich die Leuchtgas-, mittels *d* die Sauerstoffmenge regeln.

Die Flamme zeigt eine Einschnürung (s. Fig. 95b), welche die heisseste Stelle derselben ist; an derselben entstehen in einem gewöhnlichen Kalkcylinder schon nach kurzer Zeit erbsengrosse Vertiefungen. In der Zirkonerde wurde ein Material gefunden, welches auch dieser enormen Hitze widersteht. Ein solches in Platin gefasstes Zirkonplättchen (s. Fig. 93) giebt, in diesen heissesten Punkt der Flamme gebracht, ein prachtvolles weisses Licht, dessen Spectrum continuirlich von $A-H$ geht. Der Zirkonerde, aus der das Plättchen besteht, ist etwas Magnesia beigemischt, um die Masse plastischer und haltbarer zu machen.

1) Mitth. aus der chem. techn. Versuchsanstalt, III. und Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie Bd. V, S. 228.

Wenn nun auch nicht feststeht, dass die Zirkonplatten vollständig unvergänglich sind, da sie im Gebrauch, namentlich bei zu raschem Anheizen öfters von der Oberfläche abblättern, so kann man dieselben doch sehr viele Male gebrauchen, bevor eine so grosse Unebenheit der Oberfläche eintritt, dass eine Neufestmachung des Plättchens nöthig würde, etwaige kleinere Risse sind von keiner Bedeutung, und es ist mit dem Linnemann'schen Brenner mit Zirkonplättchen ein Licht geschaffen, das man für mikrophotographische Zwecke seiner viel leichteren und billigeren Installation halber meistens dem elektrischen Bogenlicht vorziehen wird.

Fig. 95*a* zeigt uns die Flamme der bisherigen Knallgaslampen, bei denen eben, wie erwähnt, das Gasgemisch schon theilweise innerhalb der Düse verbrennt; Fig. 95*b* und *c* geben die Form an, welche durch den Linnemann'schen Brenner erreicht wird. Fig. 95*b* zeigt die richtig regulirte, ganz lautlos brennende Flamme; der Raum 1 ist, wie der entsprechende Theil der Bunsen-Flamme, dunkel, der Saum 2 kaum sichtbar blau, 3 der heisseste Theil, 4 etwas intensiver blau und der Theil 5, die Verlängerung des brennenden Sauerstoffstromes, deutlich weisslich blau gefärbt.

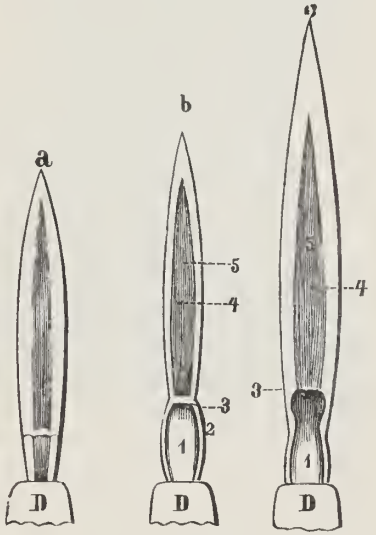


Fig. 95.

Fig. 95*c* ist die durch mehr Gasverbrauch mit Geräusch brennende Flamme, die sich wegen stärkerer Hitze besonders zum Glühen von grösseren Flächen eignet.

Hier sei noch erwähnt, dass, wenn das Sauerstoffgas nicht mit gehörigem Ueberdruck austritt, die Schnürung der Flamme in 3 nicht stattfindet, vielmehr im Raum 1 sich ein kleiner blauer Kanal bildet. Man muss dann mehr Druck für die Sauerstoffzuströmung geben und am besten den Gummischlauch von *b* (Fig. 94) momentan mit der Hand zuhalten; bei einem plötzlichen Loslassen des Schlauches wird dann der Sauerstoff mit der nöthigen Vehemenz austreten und so die in Fig 95*b* resp. *c* dargestellte Flammenbildung bewirken.

Das Zirkonplättchen ist, wie schon bemerkt, in den heissesten Theil der Flamme 3 zu bringen, um das hellste Licht zu erzielen; würde das Plättchen vor 3, also im Raume 1 sich befinden, so wird sich auf demselben ein kleiner schwarzer Punkt zeigen; in diesem Falle sowohl, als auch dann, wenn das Plättchen hinter 3, also im Raum 4 steht, wird die Leuchtkraft wesentlich geringer sein.

Der Verbrauch an Sauerstoff und Leuchtgas stellt sich nach Linnemann:

für 60 Kerz. Lichtstärke auf 24 Liter Leuchtgas und 15 Liter Sauerstoff
„ 120 „ „ „ 37 „ „ „ 26 „ „
„ 200 „ „ „ 48 „ „ „ 44 „ „
pro Stunde.

Der Linnemann'sche Brenner wird in zwei Grössen angefertigt, der Lichteffect bei beiden ist aber derselbe.

Für unsere Zwecke ist der kleinere Brenner besonders zu empfehlen.

Zur Benutzung für Mikrophotographie und Projectionszwecke werden von Schmidt & Haensch eigene, sehr practische Laternen aus Eisenblech construirt, in welche die Linnemann'schen Brenner hineinpassen, siehe Fig. 96 und 97. An der Seitenwand dieser Laternen befindet sich ein verschliessbares Eisenthürchen, durch das man, wenn es geöffnet ist, die Flamme beobachten kann; an der Vorderwand ist ein aus 2 Linsen bestehendes Condensorsystem eingefügt, welches eine sehr bedeutende Concentration des Lichtes bewirkt. *C* bedeutet in Fig. 96 die Lampe, *a* den Linnemann'schen Zirkonbrenner mit dem Zirkonplättchen *z*, *b* ist das Condensorsystem.

Diese Laternen (s. Fig. 97) werden für unsere Zwecke auf einem Gestell befestigt, welches aus einer Zinkplatte besteht, die mittels dreier Schrauben verstellbar ist. Zur Aufnahme dieser Stellschrauben wird am besten ein supportartig eingerichtetes Laufbrett der optischen Bank verwendet, welches gestattet, die Lampe in einer auf die optische Achse des Instrumentariums senkrechten Richtung mit Hilfe einer Schraube zu verschieben. Fig. 98 zeigt das derart eingerichtete Laufbrett. $a_1 a_2$ sind die Gusseisenreiter, die auf der optischen Bank gleiten; *b* ist die damit fix verbundene Zinkplatte, *c* ist eine auf der Platte *b*, respective zwischen den darauf befestigten Führungsleisten *m* und *n* verschiebbare Zinkplatte. Die Bewegung wird mittels der Schraube *d* vermittelt, die sich in die Messingmutter *e*, welche auf der Platte *b* befestigt ist, einschraubt und dabei die Platte *c*, mit der sie durch das Stück *f* verbunden ist, mitnimmt, 1, 2, 3 sind Grübchen,

in denen die Stellschrauben des Lampenträgers aufruhen. Durch entsprechendes Drehen der Stellschrauben, sowie der Schraube *d* kann die Lampe leicht centrirt werden. und kann, wenn sie einmal centrirt wurde, abgehoben und jederzeit leicht wieder in vollkommen centrirtem Zustande aufgestellt werden. Bemerken möchte ich an dieser Stelle, dass es sich empfiehlt, das hölzerne

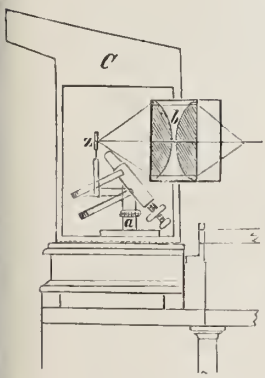



Fig. 96.

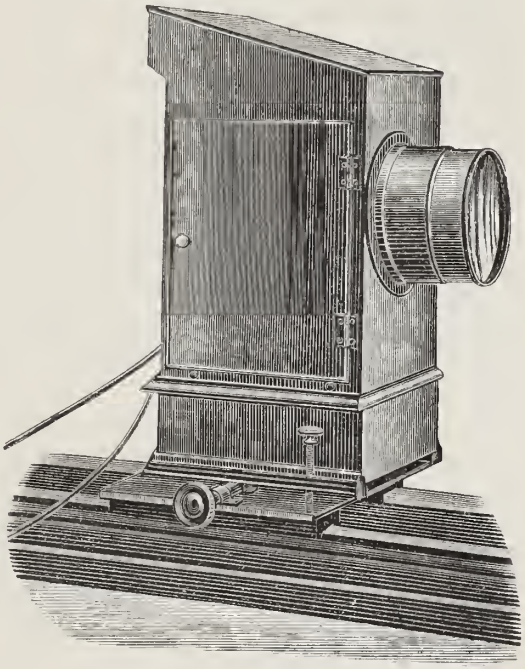


Fig. 97.

Untergestelle der Zirkonlampe mit Sand zu füllen, da die Stabilität der Lampe hierdurch sehr gewinnt.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die Risse, welche das Zirkonplättchen nach einiger Zeit bekommt, durch Einstreichen eines

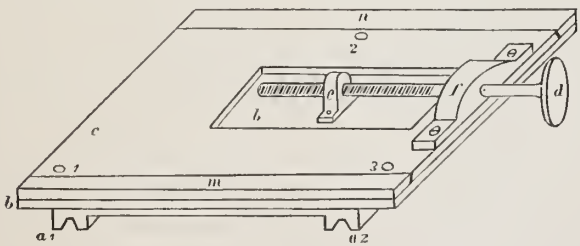



Fig. 98.

dicken Breies von gebrannter Magnesia und Wasser für einige Zeit beseitigt werden können; treten sie wieder auf, so wiederhole man

dieses Manöver; natürlich muss man das Plättchen vor der Verwendung trocknen lassen. — Es ist nöthig, die Risse in der eben angegebenen Weise zu verschliessen, da bei der für unsere Zwecke nöthigen Projection der leuchtenden Fläche in die Objectebene auch das Bild der Risse und Sprünge in die Objectebene projicirt wird, wodurch eine gleichmässige Beleuchtung des Gesichtsfeldes unmöglich wird.

In neuester Zeit werden an der Lehr- und Versuchsstation für Photographie mit Vortheil anstatt der immerhin etwas kostspieligen Zirkonplättchen Magnesiastifte (s. o.) verwendet, wie solche in vorzüglicher Qualität von der Firma Plössl (Wien IV, Goldegggasse No. 6) in Handel gebracht werden. Diese Stifte passen in die Oeffnung, welche beim Linnemann'schen Brenner den Zirkonplättchen-Träger aufnimmt. Man wärme sie ebenso wie die Zirkonplättchen vor dem Zuleiten von Sauerstoff in der einfachen, leuchtenden Gasflamme vor.

### 7. Das Gaslicht.

Diese Lichtquelle eignet sich bei nicht zu starken Vergrösserungen ganz vorzüglich für Mikrophotographie. Man kann entweder gewöhnliche Argandbrenner, oder eine der neuen verbesserten Lampen (speciell Siemens' Fabrikate) verwenden; von gewöhnlichen Flachbrennern muss ich abrathen, da die Flamme in ihren einzelnen Theilen eine sehr verschiedene Leuchtkraft besitzt und obendrein ziemlich unruhig brennt. Das Auer'sche Gasglühlicht würde sich wegen seines grossen Reichthums an actinischen Strahlen gut für mikrophotographische Aufnahmen eignen, allein man muss von der gleichzeitigen Anwendung einer Beleuchtungslinse oder eines Condensors (Abbé od. dergl.) absehen. Verlegt man nämlich in der weiter unten zu beschreibenden Weise das durch die Linse entworfene Lichtbild der Flamme in die Objectebene, so erscheint naturgemäss das Bild des glühenden Maschenwerkes in die Objectebene verlegt und dasselbe würde selbstverständlich entsprechend vergrössert auf der Platte erscheinen. Man müsste deshalb die Beleuchtungslinse oder den Condensor etwas näher ans Object heranrücken und zwar soweit, bis das Gesichtsfeld vollkommen gleichmässig erleuchtet ist und absolut kein helleres Netzwerk zu sehen ist; es ist dies aber eine Anordnung, die sich aus unten näher zu erörternden Gründen nicht sehr empfiehlt. Aus dem eben Mitgetheilten ist ersichtlich, dass die Verwendung des Gasglühlichtes für unsere Zwecke keinen besonderen Vortheil bietet, da die mittels Sammellinse und Condensor concentrirte Flamme eines gewöhnlichen Argandbrenners mindestens ebenso Gutes leistet.

An der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie wurden Versuche angestellt einen Siemens'schen Brenner von 600 Kerzen Leuchtkraft zur Anfertigung von Mikrophotographien bei starker Vergrösserung (ca. 1000) zu verwenden. Nachdem aber bei solchen Brennern die leuchtende Fläche sehr gross ist, gelingt es nicht ein genügend kleines Bild der Flamme auf das Object zu projiciren und es war in Folge dessen eine sehr lange Expositionszeit nöthig. Da dieser Brenner ferner eine sehr bedeutende strahlende Wärme erzeugt, veränderte sich hierdurch während der Exposition die Einstellung, eine Erscheinung, die in solchem Falle immer eintritt und eine der Hauptursachen ist, warum bei stark erwärmenden Lichtquellen eine sehr kurze Expositionszeit wünschenswerth erscheint. An derselben Anstalt wurden auch Versuche mit Siemens' Präcisionsbrenner von 60 Kerzen Stärke angestellt, und es wurde derselbe als sehr geeignet für Aufnahmen bis zu 200facher Vergrösserung befunden; durch Anwendung passender Condensoren dürfte sich diese Stärke der Vergrösserung wohl noch einigermassen steigern lassen.

Von dem in neuester Zeit von Fabricius in Wien erfundenen und in den Handel gebrachten Ligroingas-Lichte gilt dasselbe wie das oben über das Auer'sche Gasglühlicht Mitgetheilte, da wir es hier ebenfalls mit einem glühenden Maschenwerk zu thun haben.

### 8. Das Petroleumlicht.

Auch diese Lichtquelle ist, obwohl sie viele wenig actinische, besonders gelbe Strahlen enthält, für schwächere Vergrösserungen sehr gut geeignet. Eben dieses grossen Reichthums an gelben Strahlen halber, ist man damit im Stande, bei Anwendung von Erythrosinbadeplatten, welche, wie wir im photographischen Theile dieses Werkchens sehen werden, eine hohe Gelbempfindlichkeit besitzen, recht gute „orthochromatische" Aufnahmen auch ohne Anwendung einer Gelbscheibe zu erzielen. Nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn Dr. R. Zeiss, welcher auch äusserst gelungene bacteriologische Aufnahmen beigeschlossen waren, hat derselbe diese Aufnahmen bei Lampenlicht angefertigt und äussert er sich über dasselbe, unter Anwendung von Perutz'schen orthochromatischen Platten, sehr günstig. Die besagten Aufnahmen werden fast sämmtlich bei 700facher Vergrösserung hergestellt. Wir sehen daraus, dass auch Aufnahmen unter sehr starken Vergrösserungen mit dieser verhältnissmässig schwachen Lichtquelle möglich sind.

## V. Aufstellung des Apparates und des Beleuchtungs-Instrumentariums.

Bei allen grösseren Apparaten, mit deren Hilfe man auch schwierige mikrophotographische Arbeiten zu leisten wünscht, muss darauf Bedacht genommen werden, dass der Apparat an einem solchen Orte aufgestellt werde, der möglichst wenigen Erschütterungen ausgesetzt ist; das Fahren eines Wagens auf benachbarter gepflasterter Strasse wird, wenn es während der Exposition geschieht, in den meisten Fällen das Misslingen einer schwierigen Aufnahme herbeiführen. Diese letztere Rücksicht ist es u. a. auch, warum man, wie anderorts erwähnt, besonders nach dem Besitze kräftiger Lichtquellen trachtet, da bei solchen die Expositionszeit kurz ist, und es somit leichter gelingt, einen Moment vollkommener Ruhe zu erhaschen, als bei Minuten langen Expositionszeiten.

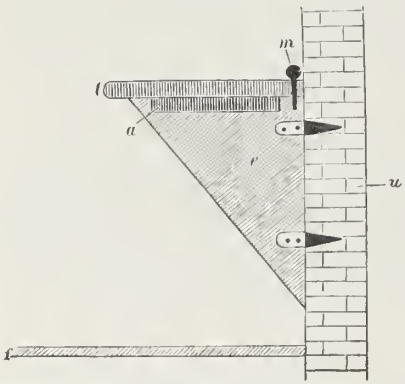


Fig. 99.

Manche Mikrophotographen empfehlen zum Schutze vor derartigen Erschütterungen den Apparat auf eine Lage dicken Filzes zu stellen; doch dürften auch durch dieses Mittel gröbere Erschütterungen obiger Art nicht unschädlich gemacht werden können.

Wenn es thunlich ist, würde ich noch empfehlen, den mikrophotographischen Apparat (mit Ausnahme des grossen Zeiss'schen, der ohnehin auf zugehörigen Tischen steht) auf einer entsprechend grossen, etwa 50—60 cm breiten und 2—$2^1/_2$ m langen kräftigen Tischplatte *t*, s. Fig. 99, zu postiren, welche auf dreieckigen Holz- oder Eisenträgern *e* aufliegt, die in passender Weise an einer starken Wand *w* (Hauptmauer) eingelassen, oder befestigt sind. Auf diese Weise ist der Apparat allerdings nur von drei Seiten zugänglich, man hat dadurch aber die grosse Annehmlichkeit, dass man im Zimmer während der Exposition nicht vollkommen ruhig stehen muss, um jede Erschütterung zu vermeiden, da die Träger der Platte mit dem Fussboden *f* in keiner Berührung stehen. (Vergl. Fig. 38.)

Recht zweckmässig ist es bei manchen Apparaten, wenn unter der Tischplatte noch eine zweite in Führungen verschiebbare, etwas schmalere Platte *a* vorhanden ist, die sich nach Bedarf um ca. 50 bis

100 cm hervorziehen lässt und so eine Verlängerung der eigentlichen Tischplatte *t* bildet. Wenn rechts und links an der Tischplatte derartige Auszüge angebracht sind, erübrigt in der Mitte noch immer Platz zur Anbringung einer kleineren Schublade, die zur Aufbewahrung von diversen Bedarfsartikeln recht bequem ist. Ist die Platte *t* auf den Trägern nur mit Hilfe von Flügelschrauben *m* fixirt, so kann durch Lösung derselben der Tisch sammt dem ganzen Instrumentarium abgehoben und auf passender Unterlage (starker Tisch oder dergl.) an ein Fenster übertragen werden, um eventuell Aufnahmen bei Sonnenlicht herstellen zu können.

Sehr zweckmässig ist es ferner, wenn das den mikrophotographischen Apparat beherbergende Zimmer vollständig verdunkelt werden kann. Einerseits kann dasselbe dann auch zu allen anderen photographischen Manipulationen dienen und es ist keine eigene Dunkelkammer nöthig, andererseits ist das Einstellen lichtschwacher Bilder in der Dunkelheit bedeutend erleichtert, da das Auge nicht durch Nebenlicht geblendet ist und es überhaupt nach längerem Verweilen im dunklen Raume auf viel geringere Lichtintensitäten reagirt, als in hellen Lokalen.

Um ein Zimmer auf bequeme Weise verdunkeln zu können, empfiehlt es sich, die Glasscheiben der Fenster mit einer doppelten Lage braunen Packpapieres zu überkleben; die dann noch durchfallende ungemein geringe Menge Lichtes ist vollständig unactinisch, so dass ein solches Zimmer als Dunkelkammer verwendet werden kann.

Nach der Auswahl und entsprechenden Adaptirung des Aufstellungslokales können wir an die Zusammenstellung des Instrumentariums schreiten. In allen Fällen, in denen Stativ und Camera in keiner festen Verbindung sind, es ist dies ja bei fast allen grösseren Apparaten der Fall, müssen wir zuerst darauf Bedacht nehmen, das Stativ gegenüber der Camera derart aufzustellen, dass die optische Achse dieser beiden Theile zusammenfällt, oder mit anderen Worten, dass die optische Achse des Mikroskopes auf der Visirscheibe der Camera senkrecht steht und gleichzeitig durch den Mittelpunkt derselben (Kreuzungspunkt der Diagonalen) hindurchgeht.

#### 1. Centrirung des Mikroskop-Stativ es gegenüber der Camera.

Man erreicht diesen Zweck mit genügender Genauigkeit dadurch, dass man vorerst die Aufstellung nach dem Augenmasse vornimmt, d. h. die Camera an die betreffende Stelle bringt und das Stativ auf dem entsprechenden Untergestelle fixirt. Dann bringt man die

kleinste Blende unter dem Objecttisch an, zieht den Tubus, der weder Ocular noch Objectiv trägt, aus, und stellt eine Lichtquelle (Petroleumlampe oder dergl.) ca. $^1/_8 — ^1/_4$ m unter dem Objecttische, beiläufig in der optischen Achse des Ganzen auf [1]). Hierdurch wird auf die Mattscheibe der Camera ein durch die obere Tubusöffnung begrenzter Lichtkegel geworfen, der in Form eines hellen Kreises auf der Mattscheibe sichtbar wird. Wir müssen nun durch passende Stellung sämmtlicher das Mikroskopstativ tragenden Theile (s. u.) nach und nach dem Stativ jene Lage geben, in welcher der erwähnte Lichtkreis den Mittelpunkt der Visirscheibe als Centrum hat, und gleichzeitig das obere Tubusende genau in der Mitte des unteren Cameratheiles steht. Je weiter wir zu diesen Arbeiten den Camerabalg ausziehen, um so genauer wird unser Resultat sein, jedoch wird hierbei oft durch die zu geringe Grösse der Visirscheibe, welche den hierbei immer grösser werdenden Lichtkreis nicht mehr aufnimmt, bald ein Ziel gesteckt, wenn man über kein Blendenocular (Fig. 52) oder Fadenkreuzocular [2]) verfügt. Durch ersteres wird der projicirte Lichtkreis bedeutend verkleinert und hat somit auch bei grossem Balgauszug noch auf der Visirscheibe Platz, bei Anwendung des letzteren sehen wir ein ziemlich scharfes Schattenbild des Fadenkreuzes auf der Visirscheibe. Der Kreuzungspunkt des Fadenkreuzschattens muss mit dem Kreuzungspunkt der Visirscheibendiagonale zusammenfallen; beim Drehen des Fadenkreuzoculars muss bei genau centrischer Kreuzung der Fäden das Bild des Kreuzungspunktes unverrückt an derselben Stelle bleiben.

Die hinsichtlich des angestrebten Erfolges eben beschriebene Centrirung des Statives wird practisch durchgeführt, indem man einerseits durch entsprechendes Verstellen der drei Stellschrauben, welche dem das Mikroskop tragenden Gusseisenrahmen (s. u. A. Fig. 28 *B*) als Träger dienen, das Stativ nach Bedarf vorne oder hinten hebt und senkt; andererseits kann dieser Rahmen in den Messingplättchen (Fig. 14) senkrecht auf die optische Achse des Instrumen-

1) Bei verticalen Apparaten muss natürlich das von der Lichtquelle kommende Licht mit Hilfe des Mikroskop-Planspiegels gegen die Blendenöffnung geworfen werden.

2) Ein solches Fadenkreuzocular ist wie das Seite 78 beschriebene und in Fig. 52 abgebildete Blendenocular gebaut und unterscheidet sich von demselben nur dadurch, dass vom vorspringenden Blendenring aus zwei sich genau in der optischen Achse des Oculars unter rechtem Winkel kreuzende, zarte Fäden entspringen.

tariums verschoben werden, schliesslich kann (was bei horizontalen Apparaten wichtig ist) das obere der das Mikroskop tragenden Laufbretter (Fig. 15 *a*) bekanntlich auf dem unteren, auf der optischen Bank verschiebbaren, um eine verticale Achse gedreht werden. Durch passende Anwendung dieser Mittel ist man leicht im Stande, diese Centrirung des Mikroskopes vollkommen exact ein für allemal herzustellen. Für den Fall, dass das Mikroskopstativ öfter von seiner Unterlage entfernt und bei Bedarf erst wieder hingestellt werden soll, braucht man, nachdem die Seite 40 erwähnte Anschlagleiste ein paralleles Wiederaufstellen bedingt, nur rechts und links von den Schenkeln des Hufeisens des Stativs eine Marke in den Gusseisen-Träger einzureissen, um das Stativ stets genau wieder an den früheren Ort stellen zu können.

Während diese Art der Centrirung des Mikroskopes gegenüber der Camera für jene Fälle, in welchen nur diese zwei Bestandtheile des mikrophotographischen Apparates vorhanden sind, die passendste ist, gestaltet sich die Sache etwas schwieriger, wenn eine eigentliche optische Bank mit darauf gleitenden mannigfachen Nebenapparaten vorhanden ist.

Es ist einleuchtend, dass es in letztgenanntem Falle, wo das Mikroskop selbst auf einem Laufbrette der optischen Bank ruht, nothwendig ist, zuerst die optische Achse des Mikroskop-Statives genau parallel der Richtung der optischen Bank zu stellen. Hierbei muss nur noch berücksichtigt werden, dass die optische Achse des Mikroskopes in jene Höhe zu stehen kommt, in welcher sich beim Anfügen der Camera die optische Achse der letzteren befindet.

Zum Behufe der praktischen Durchführung dieser Centrirung ist es am vortheilhaftesten, vor allem eine der Seite 80 beschriebenen Blendungsträger derart auf dem zugehörigen Laufbrette der optischen Bank aufzustellen, dass das Centrum der Blendenöffnung in jeder Beziehung genau mit der optischen Achse der Camera zusammenfällt. Man stellt zu diesem Zwecke die Camera an ihren bestimmten Platz, und nähert das Objectivbrettchen, respective das Verbindungsstück der Camera mit dem Mikroskope der Blende soweit als möglich; auch letztere wird auf der optischen Bank ganz zur Camera hingerückt. Es ist nun leicht, die vollständige Uebereinstimmung von Blendenöffnung und Oeffnung des Ansatzstückes der Camera durch entsprechendes Höher- und Tieferstellen der Blende und seitliches Verrücken des Blendenträgers herbeizuführen. Hat man diese Stellung gefunden, so wird der Blendenträger in derselben mittels der be-

treffenden Flügelschraube auf dem zugehörigen Laufbrettchen der optischen Bank ein für allemal fixirt.

Nun wird das Mikroskopstativ auf dem betreffenden Laufbrette der optischen Bank aufgestellt und nach dem Augenmasse möglichst in die richtige Stellung und Höhe gebracht, was durch Verstellen der Stellschrauben des Gusseisenrahmens geschieht. Dann wird man, je nachdem das Stativ mit einem genau centrirten Condensor (Abbé'schen Beleuchtungsapparat) ausgestattet ist, oder nicht, einen der folgenden Wege wählen.

a) Im ersteren Falle bringt man hinter die Blende des Blendenträgers in den Spalt *f*, s. Fig. 53, eine Mattscheibe und stellt am anderen Ende der optischen Bank eine Lichtquelle, Gaslampe oder dergl., auf, und stellt dicht davor den Blendenträger. Man legt dann auf den Objecttisch an Stelle eines Objectes eine sehr fein mattirte Mattscheibe (von der Grösse eines Objectträgers), stellt ein schwächeres Objectiv in gewöhnlicher Weise durch oculares Beobachten auf das Korn der Mattscheibe ein[1]), und verlegt das Bild der Blende durch entsprechend weites Zurückziehen des Condensors (Entfernen vom Object) in die Objectebene, d. h. es muss der Umriss der Blendenöffnung, soweit er im noch nicht genau centrirten Zustande des Mikroskopes sichtbar ist, scharf im Gesichtsfelde, also gleichzeitig mit dem Korn der Mattscheibe scharf erscheinen.

Man bringt nun durch entsprechendes Stellen der Stellschrauben etc. das Bild der Blendenöffnung in die Mitte des Gesichtsfeldes des Objectives. Ist dies geschehen, so nähert man die Blende dem Stativ durch Verschieben auf der optischen Bank; hierbei wird sich zeigen, dass in den meisten Fällen das Bild der Blende (dasselbe ist durch entsprechendes Einstellen des Condensors während des Annäherns der Blende scharf zu erhalten) immer mehr aus der centralen Stellung im Gesichtskreise rückt und eine excentrische Stellung einnimmt.

Je nachdem nun das Lichtbild nach rechts oder links, nach oben oder unten gewandert ist, müssen wir die vollständige Centrirung des Tubus herbeiführen. Ein Abwärtsrücken des Bildes sagt uns z. B., dass, da im Mikroskop alles verkehrt gesehen wird, das

1) Die Einstellung des Mikroskopes kann bei dieser Art der Centrirung ebenso gut auch auf das vom Condensor entworfene Luftbild der Blendungsöffnung direct, ohne Projection desselben, auf eine am Objecttisch befindliche Mattscheibe geschehen; man lässt hierfür den Condensor in seiner gewöhnlichen Stellung und stellt durch Verschieben des Tubus das erwähnte Luftbild ein.

Lichtbild in Wirklichkeit nach aufwärts rückte, und dass folglich die optische Achse des Tubus gegenüber derjenigen des Gesammt-Instrumentariums zu hoch liegt und gegen die Blende zu nach abwärts geneigt ist. Im folgenden Schema, Fig. 100, sei $a\,b$ die optische Bank, $c\,d$ das Mikroskop mit dem Condensorsystem $c$, welches bei Stellung der Blende in $a$ ein centrirtes Bild in $a_1$ entwirft, während bei der Stellung in $b$ das Bild von $b$ nach $b_1$ fällt. In diesem Falle würde das Bild also bei Annäherung der Blende sich von $a_1$ nach $b_1$, d. i. von unten nach oben verschieben, im Mikroskope aber wegen Umkehrung des Bildes von oben nach unten rücken. Das Umgekehrte findet natürlich bei der entgegengesetzten Stellung des Mikroskopes statt, wovon man sich dadurch überzeugen kann, dass man die Fig. 100 in verkehrter Stellung betrachtet, es wandert dann das Lichtbild beim Annähern der Blende von oben nach unten, respective im Mikroskope von unten nach oben.

Fig. 100.

Das Gleiche gilt natürlich für rechts und links und es wird Jedermann leicht fallen, durch Nachdrehen der Schrauben der Centrir-Vorrichtung und durch entsprechendes Drehen des oberen Schlittenbrettes $a$ (Fig. 15) nach und nach den Zustand der vollkommenen Centrirung herbeizuführen, die sich darin äussert, dass das Blendenbild, wo immer die Blende auf der optischen Bank stehen mag, genau concentrisch mit dem Gesichtsfelde des Objectives steht. Ist dies erreicht, so muss natürlich das Mikroskop auch gegenüber der Camera hinsichtlich der Höhe der optischen Achse und dem Zusammentreffen des Tubus-Endes mit dem Verbindungsstück der Camera übereinstimmen, da wir ja, wie oben angegeben, im Anfange die Blende bereits in die der Camera entsprechende richtige Höhe gebracht hatten.

b) Ist kein Condensor am Mikroskope vorhanden, so verbindet man das Mikroskop-Stativ, von dem man das Objectiv abschraubte und die kleinste Blende unter dem Objecttisch einsetzte, mit der Camera. In den Tubus wird das Fadenkreuzocular eingesteckt. Das Ganze (Camera und Mikroskop) stellt nun eine sogenannte Lochcamera[1])

1) Bekanntlich erhält man scharfe, aber lichtschwache Bilder, wenn man bei einer Camera anstatt eines Objectives ein sehr kleines Loch anbringt.

dar, bei welcher das Objectiv durch die kleine Blendenöffnung im Objecttisch repräsentirt ist. Weiters wird wieder ein Blendenträger, wie bei der Anordnung *a*, in der richtigen, der Camera-Achse entsprechenden Höhe gut centrirt aufgestellt, dann stellen wir denselben auf der optischen Bank in einiger Entfernung vom Stative auf und bringen dicht hinter denselben eine Lichtquelle. Die Mattscheibe entfernen wir aus dem Spalte des Blendenträgers, fügen in denselben aber die kleinste Blende ein. Sehen wir nun auf die Visirscheibe der Camera, so gewahren wir ein ziemlich scharfes Bild der Blendenöffnung, respective der dahinter stehenden und durch sie begrenzten Lichtquelle. Schiebt man, nachdem man die Stelle, wo das Lichtbild auf der Mattscheibe erschien, markirt hat, Blendenträger und Lichtquelle näher, so wird sich das Lichtbild auf der Mattscheibe meist verschieben. Verschiebt es sich beim Annähern der Blende nach links, so heisst dies, dass der Objectivtheil des Mikroskop-Tubus links von der optischen Achse liegt, er muss deshalb durch passende Verschiebung mehr nach rechts verlegt werden etc. Bleibt das Blendenbild beim Verschieben der Blende auf der optischen Bank an derselben Stelle der Visirscheibe (beim Annähern der Blende vergrössert es sich) und ist der Kreuzungspunkt des Fadenkreuz-Schattens genau im Centrum des Lichtkreises, so ist die Centrirung vollendet.

Ist das Mikroskopstativ auf eine der beiden angegebenen Arten centrirt, so muss, wenn die Camera richtig gearbeitet ist, auch die optische Achse der Camera mit der des Statives zusammenfallen, was man daran erkennt, dass das Bild einer centrirten von hinten beleuchteten Blende, wenn es, wie oben beschrieben, nach Art der Lochcamera erzeugt wird, den Kreuzungspunkt der Visirscheiben-Diagonalen zum Mittelpunkte hat. Ist dies nicht der Fall, so muss durch entsprechende Aenderung in der Stellung der Camera dieses Verhältniss hergestellt werden.

### 2. Centrirung der Sammellinse und der Condensorsysteme.

Das Centriren der Sammellinse (s. Seite 75) geschieht dadurch, dass man eine centrirte Blende mit dicht dahinter befindlicher Mattscheibe in passender Entfernung (für eine Linse von 15 cm Brennweite etwa in der Entfernung von 60 cm) aufstellt, die Mattscheibe von hinten beleuchtet und nun die Linse so lange verstellt, bis das von ihr entworfene kleine Bild der Blende genau in die Mitte der Objecttisch-Oeffnung fällt. Man controlirt dies am ein-

fachsten dadurch, dass man auf den Objecttisch an Stelle eines Präparates einen fein mattirten (Mattirung gegen das Objectiv gekehrt) Objectträger[1]) bringt und dann ein schwächeres Objectiv durch Beobachten mittels Ocular und Auge auf die Mattirung einstellt. Man trachtet dann durch Verschieben der Sammellinse auf der optischen Bank und Verstellen derselben nach rechts und links, respective oben und unten das von derselben erzeugte Bild der Blendenöffnung scharf conturirt in die Mitte des Gesichtsfeldes des Objectives zu verlegen. Die zweckmässigste Grösse der Blende, welche wir zu diesem Behufe in den Blendungsträger einschieben, hängt von der Grösse des Gesichtsfeldes des betreffenden Objectives ab; je grösser dasselbe ist, um so grösser wird auch die Blende zu wählen sein, um mit grösserer Genauigkeit beurtheilen zu können, ob der Gesichtsfeld- und Blendenbild-Kreis genau concentrisch sind; ist diese Stellung der Linse erreicht, so ist die Sammellinse centrirt.

Natürlich muss bei allen diesen Methoden darauf gesehen werden, dass die Sammellinse nur derart verschoben wird, dass ihre optische Achse stets parallel zur optischen Achse des Mikroskopes bleibt.

Eine Centrirung des Condensorsystemes (Abbé'scher Beleuchtungsapparat oder dergl.) ist bei Instrumenten von guten Firmen nicht nöthig, da dieselben ebenso wie die gewöhnliche Cylinderblendung ohnehin genau centrirt eingepasst sind.

Das neue achromatische Condensorsystem von Zeiss ist derart gefasst, dass es leicht centrirt werden kann. Man bringt es zu diesem Behufe in solche Entfernung vom Objectträger, dass das scharfe Bild einer gut centrirten Blende mit dem Object (als welches man wieder die Mattseite des oben erwähnten einseitig mattirten Objectträgers verwenden kann) zusammenfällt, dann prüft man bei Verwendung eines Objectives von passender Stärke, ob das Bild der Blendenöffnung genau in der Mitte des Gesichtsfeldes liegt.

In der gleichen Weise wird ein Objectivsystem centrirt, wenn es als Condensor verwendet werden soll, und zu diesem Behufe auf einem in der Coulisse unter dem Objecttisch laufenden, das Centriren gestattenden Gestelle (s. Fig. 58—60) aufgeschraubt ist.

---

1) Man bringe auf einen Objectträger ein klein wenig feinstes Smirgelpulver und ein paar Tropfen Wasser und verreibe dies durch einige Minuten mittels eines Korkes auf dem Objectträger; er wird danach eine feine Mattirung zeigen.

### 3. Die Centrirung der Lichtquelle.

Die Centrirung der Lichtquelle ist nach dem Vorausgegangenen sehr einfach, man legt auf den Objecttisch wieder einen auf einer Seite mattirten Objectträger (s. o.), stellt die Lichtquelle in der gewünschten Distanz auf und nähert, respective entfernt die centrirte Sammellinse auf der optischen Bank derart, dass sie ein scharfes Bild der Lichtquelle auf der mattirten Seite des Objectträgers entwirft. Stellt man nun mit einem schwächeren Objectiv und Ocular auf die Mattirung ein, so kann man sehr leicht controliren, ob die Beleuchtung des Gesichtsfeldes gleichmässig ist, respective ob im centralen Theile des letzteren das Bild des am gleichmässigsten und intensivsten leuchtenden Flammentheiles zu liegen kommt; ist dies nicht der Fall, so muss durch passende Verstellung und Verschiebung der Lichtquelle dieses Verhältniss hergestellt werden.

Nachdem dies geschehen ist, wird man zum Behufe einer Aufnahme gut thun, den nicht ganz gleichmässig hellen Theil der Lichtquelle durch Vorstellen einer centrirten Blende von entsprechender Grösse überhaupt ganz unwirksam zu machen. Ganz besonders gilt dies von zuckenden und an ihrem pheripheren Theile flackernden Lichtquellen (gewöhnliche Gasflamme). Von solchen darf nur der vollkommen ruhig brennende und gleichmässig hell leuchtende Theil zur Beleuchtung herangezogen werden, alles übrige Licht muss durch Vorstellen einer centrirten Blende von genügend grosser undurchbrochener Fläche abgehalten werden. Es mag hier besonders bemerkt werden, dass bei Anwendung flackernder Lichtquellen, wenn sie nicht in der eben geschilderten Weise verwendet werden, absolut kein scharfes Bild erhalten werden kann.

Bei Verwendung des Linnemann'schen Brenners in der oben beschriebenen mit Condensorsystem versehenen Lampe ist es nöthig, erst die Lichtquelle zu centriren und zwar derart, dass sie erstens in der optischen Achse des Condensorsystems und dann auch gleichzeitig in der optischen Achse des Gesammt-Instrumentariums liegt. Ersteres erreicht man, indem man zwei Scheiben aus Carton schneidet, die genau in die Führungsröhre des Condensorsystems passen. Beide Scheiben sind genau in der Mitte von einem ca. 1 mm weiten Loch durchbohrt; man bringt die Scheiben nach Entfernung des Condensorsystems (man kann sie auch auf die Linsen, die eine auf die Aussenseite der Vorder-, die andere auf die Aussenseite der Hinterlinse auflegen) in möglichst grosser Entfernung in das erwähnte Führungsrohr. Entzündet man nun den Brenner, so wird das Licht

dann am intensivsten durch die beiden Löcher hindurchtreten, wenn der hellstleuchtende Theil in der Verbindungslinie der beiden Oeffnungen, d. h. in der optischen Achse des Condensorsystems liegt. Das Heben und Senken des Brenners zum Behufe des Centrirens geschieht durch Drehen der randrirten Scheibe am Fusse. Die weitere Centrirung gegenüber dem Gesammt-Instrumentarium geschieht, wenn die Lampe auf der oben beschriebenen Einrichtung aufgestellt ist, analog dem Centriren der Beleuchtungslinse.

Bei verticalen Apparaten wird zuerst dieselbe Zusammenstellung, wie Seite 154 beschrieben, vorgenommen, um den Tubus des Mikroskopes zu centriren. Man stellt vorerst die Lichtquelle in einiger Entfernung vom Planspiegel des Mikroskopes auf. Wenn die optische Bank benutzt werden soll, so dürfen Lichtquellen und Mittelpunkte der Blendenöffnungen nicht höher stehen als der Mittelpunkt des Mikroskopspiegels; man wird also meist das Mikroskop auf einem passenden Untersatze und hierdurch etwas höher stellen müssen, dann wirft man das Licht mittels passender Stellung des Planspiegels in den Apparat. Durch Drehen der Stellschrauben des Mikroskopträgers wird nun wieder das Bild des Kreuzungspunktes im Fadenkreuzoculare mit dem Kreuzungspunkt der Diagonalen der Visirscheibe in Zusammenfall gebracht. Zum Centriren der Blendungen wird ganz wie oben angegeben verfahren, nur muss bemerkt werden, dass natürlich die Centrirung immer nur für diese bestimmte Stellung des Planspiegels gilt, denn wie sich die Stellung derselben ändert, wird die Richtung der optischen Achse des Apparates in eine andere Richtung reflectirt.

## VI. Vorbereitungen zur Aufnahme.

Wenn wir unseren Apparat nach der im vorigen Capitel gegebenen Anleitung ein für allemal in Stand gesetzt haben, können wir an die Aufnahme schreiten.

Vor allem müssen wir hierbei über die Lichtquelle und die Art ihrer Anwendung ins Reine kommen, und es ist daher an dieser Stelle nöthig, die dabei zu beachtenden Grundbedingungen kennen zu lernen.

### 1. Auswahl einer geeigneten Lichtquelle.

Jeserich[1]) hat das Verdienst, zuerst in übersichtlicher Weise die Beziehungen zwischen der Grösse der Lichtquelle und der durch

1) Jeserich (3) Seite 56.

Linsen oder Linsencombinationen (Condensoren) erzeugten Bilder derselben (welche zur Erleuchtung unserer Objecte dienen) vom mikrophotographischen Standpunkte aus erörtert zu haben. Da das Gesichtsfeld der starken Objective sehr klein ist, handelt es sich, wie leicht einzusehen, bei starken Vergrösserungen darum, ein möglichst kleines, aber dafür um so helleres Bild der Lichtquelle zu erhalten und durch dasselbe das Object zu erleuchten. Allerdings wird das durch ein Linsensystem entworfene Bild einer Lichtquelle immer kleiner, je weiter wir die Lichtquelle entfernen; aber nach bekanntem physikalischen Satze nimmt die Intensität des Lichtes hierbei im Quadrate der Entfernung ab. Jeserich sagt hierüber folgendes:

„Befindet sich der leuchtende Körper in einer der doppelten Brennweite der Linse gleichen Entfernung von derselben, so wird in gleicher Entfernung auf der anderen Seite der Linse ein Bild des Leuchtkörpers in seiner natürlichen Grösse entstehen; wächst die Entfernung des Körpers von der Linse, so rückt sein Bild der Linse näher, verkleinert sich und zwar nach der Formel:

$$B = \frac{p}{a - p} G,$$

wo $B$ die Grösse des Bildes, $p$ die Brennweite der Linse, $a$ die Entfernung des Leuchtkörpers von der Linse, und $G$ die Grösse des Leuchtkörpers bedeutet."

„Man würde nun durch die Entfernung der Lichtquelle, da dieselbe eine mit der Entfernung im quadratischen Verhältnisse fortschreitende Abnahme der Intensität in sich schliesst, zwar eine recht erhebliche Verkleinerung erzielen, aber gleichzeitig eine zu grosse Einbusse an Intensität durch diese Entfernung der Lichtquelle erleiden. Nehmen wir die Lichtmenge, welche die Linse in einer Entfernung, die gleich der doppelten Brennweite ist, von der Lichtquelle erhält, als Einheit (1) an, so wird, wenn die Lichtquelle auf die doppelte Entfernung (4 fache Brennweite) gebracht wird, die Linse nur $^1/_4$ soviel Licht empfangen und also auch im projicirten Bilde vereinigen können. Bei dreifacher Entfernung (6 facher Brennweite) erhält die Linse und somit auch das von ihr entworfene Lichtbild nur $^1/_9$ der als Einheit angenommenen Lichtmenge, bei 4 facher Entfernung (8 facher Brennweite) nur $^1/_{16}$, und so fort!

„Bliebe das entworfene Bild stets so gross, wie es bei der als Einheit genommenen Entfernung (2 fache Brennweite) ist, so würde es bei Verdoppelung dieser Entfernung nur $^1/_4$ der Intensität in jedem einzelnen Punkte zeigen, wie ursprünglich; bei 3 facher $^1/_9$, bei

4facher $^1/_{16}$ u. s. f. Nun verkleinert sich aber das Lichtbild mit der Entfernung der Lichtquelle von der Linse und zwar nach der Formel:

$$\frac{p}{a-p} \cdot G.$$

Es wird also, während es bei der Einheit (der doppelten Brennweite) $= \frac{1}{2-1} \cdot G$ ist, d. h. die natürliche Grösse der Lichtquelle hat, bei Verdoppelung dieser Entfernung (4facher Brennweite) $= \frac{1}{4-1} G$, also $^1/_3$ so gross sein; bei Verdreifachung dieser Entfernung (6facher Brennweite) $= \frac{1}{6-1} G$, also $^1/_5$ so gross sein; bei Vervierfachung dieser Entfernung (8facher Brennweite) $= \frac{1}{8-1} G$, also $^1/_7$ so gross sein und so fort! Das heisst: die von der Linse entworfenen Bilder werden sich bei einer Vergrösserung der Entfernung der Lichtquelle von der Linse im Verhältniss 1 : 2 : 3 : 4 : 5 und so fort gleichmässig und zwar im Verhältniss 1 : 3 : 5 : 7 : 9 u. s. f. verkleinern und ihre Flächen werden also 1, $^1/_9$, $^1/_{25}$, $^1/_{49}$, $^1/_{81}$, so gross sein, als die als Einheit angenommene."

„Es muss also, wenn eine gleiche Lichtmenge auf verschiedene Flächen von der Grösse $^1/_1$, $^1/_9$, $^1/_{25}$, $^1/_{49}$, fällt, die Intensität jeder Fläche resp. jedes einzelnen Punktes derselben im Verhältniss 1 : 9 : 25 : 49 aufsteigen. Die Intensität der von der Linse entworfenen Bilder wird also durch das Verhältniss ihrer Flächengrösse zu der die Linse treffenden Lichtmenge ausgedrückt sein."

Das heisst:

bei der Einheit (doppelten Brennweite) $= \frac{1}{1}$,

bei der doppelten Entfernung (4fachen Brennweite) $= \frac{9}{4} = 2{,}250$,

bei 3facher Entfernung (6facher Brennweite) $= \frac{25}{9} = 2{,}777$,

bei 4facher Entfernung (8facher Brennweite) $= \frac{49}{16} = 3{,}055$,

bei 5facher Entfernung (10facher Brennweite) $= \frac{81}{25} = 3{,}240$,

bei 1000facher Entfernung (2000facher Brennweite) $= \frac{(1999)^2}{(1000)^2} = 3{,}996$,

bei unendlicher Entfern. ($2 \times \infty$facher Brennweite) $= \frac{(2\infty - 1)^2}{(\infty)^2} = 4{,}0$

sein.

„Man sieht hieraus, dass sich die Intensität des Bildes durch die Formel

$$\frac{(2x-1)^2}{x^2}$$

ausdrücken lässt, wenn $x$ die Grösse der Entfernung der Lichtquelle von der Linse in Einheiten der doppelten Brennweite ($2p$) ausdrückt."

„Wir werden also, um ein Beispiel zu geben, wenn die Entfernung der Lichtquelle von einer Linse mit 3 cm Brennweite 60 cm gross wäre, und die Intensität der Lichtquelle = 1 ist, im entworfenen Bilde eine Intensität von

$$\frac{[(2\cdot 10)-1]^2}{10^2} = \frac{19^2}{100} = 3{,}01$$

haben. Selbstverständlich sind alle oben angeführten Daten auf ein und dieselbe Linsengrösse bezogen, denn mit dem Durchmesser einer Linse wächst auch die Intensität eines von ihr entworfenen Lichtbildes und zwar verhalten sich die Intensitäten der von zwei Linsen verschiedener Grösse und gleicher Brennweite entworfenen Bilder bei gleichen Abständen der Lichtquellen wie die Quadrate der Linsendurchmesser."

„Wir sehen hieraus, dass das Maximum der durch blosse Distanzsteigerung zu erreichenden Intensität = 4 ist, dass jedoch schon bei vierfacher Entfernung dreifache Intensität erreicht ist und die Steigerung von der drei- bis zur vierfachen Intensität sich auf die Entfernung von 4 bis $\infty$ vertheilt, also sehr langsam und nur wenig wächst. In der Praxis werden die Verhältnisse noch viel ungünstiger, da hier noch ein Verlust an Licht durch Absorption, Brechung und Reflexion während des Passirens der Luft und der Linse hinzukommt. Man wird deshalb kaum über die 6fache Brennweite als Entfernung des Leuchtkörpers von der Linse hinausgehen."

Aus diesem Grunde schaltet man da, wo es sich um möglichst intensive Beleuchtung handelt, hinter der Sammellinse noch eine zweite kleinere Linse von sehr kurzer Brennweite, oder noch besser, ein Condensorsystem ein. Die Art der Anwendung dieser kleinen Linse oder des entsprechenden Condensors kann nun eine zweifache sein.

a) Man schaltet den Condensor in die von der Sammellinse convergent gemachten Strahlen noch vor deren Vereinigung in ihrem Kreuzungspunkt (Brennpunkt) ein, siehe Fig. 102, und verkürzt so die Weglänge der Strahlen und verkleinert gleichzeitig das Bild des Leuchtkörpers im Objecte.

b) Man entwirft mit der Sammellinse ein Luftbild des Leuchtkörpers an einem solchen Punkt vor der kleinen Linse, oder dem System, dass das stark verkleinerte Luft-Bild durch diese Linse, nochmals bedeutend verkleinert, genau in das Object verlegt wird (Fig. 101).

Wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, wird man bei dieser letzteren, sehr zu empfehlenden Art der Anordnung die stärkste Concentration des Lichtes dann erhalten, wenn man das durch die Sammellinse entworfene Luftbild beiläufig in die Entfernung der sechsfachen Brennweite des Condorsystems dirigirt. Sollte hierbei

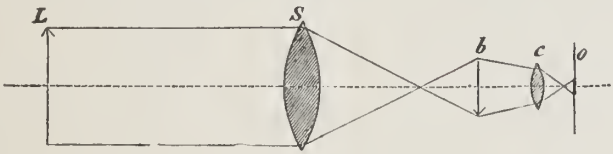



Fig. 101.

das auf diese Art entstehende erleuchtete Gesichtsfeld für das betreffende in Anwendung kommende Objectiv zu klein sein, so kann dasselbe leicht vergrössert werden. Man braucht zu diesem Behufe nur entweder das Luftbild mehr gegen das Condensorsystem hin zu verlegen, oder man vergrössert durch Annäherung der Lichtquelle an die Sammellinse, das von letzterer erzeugte Luftbild.

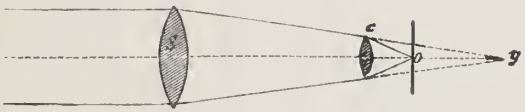



Fig. 102.

Fast sämmtliche Mikrophotographen haben, wie schon öfter erwähnt, erkannt, dass man die besten mikrophotographischen Aufnahmen bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen dadurch zu erreichen im Stande ist, dass man durch eine Linse oder ein Linsensystem ein Bild der Lichtquelle erzeugt, welches durch entsprechende Distanzirung von Lichtquelle und Linse mit möglichster Schärfe in die Ebene des zu photographirenden Objectes verlegt wird. In der Praxis wird die oben unter a) angegebene Methode wegen zu kurzer Brennweite der meisten Condensorsysteme nur in seltenen Fällen anwendbar sein, und man wird meistens zur Methode b) greifen. Man stellt bei ihrer practischen Durchführung vor allem einen Blendenträger, s. Fig. 53, in dessen Spalt *f* man eine Mattscheibe eingeschoben hat, derart auf der optischen Bank auf, dass die Ebene der

Mattscheibe beiläufig in der 6fachen Brennweite des Condensorsystemes unter (vor) diesem zu stehen kommt. Dann stellt man das betreffende Präparat durch oculare Beobachtung scharf ein, und verschiebt den Condensor in der Coulisse so lange auf und ab, bis die Mattirung der von hinten beleuchteten Mattscheibe gleichzeitig mit dem Objecte, natürlich stark vergrössert, scharf sichtbar wird. Dann wird zwischen Lichtquelle und Mattscheibe die centrirte Sammellinse auf die optische Bank aufgesetzt und beide Theile derart distanzirt, dass auf der Mattscheibe ein möglichst kleines und scharfes Bild der Lichtquelle entworfen wird. Nach dem oben Gesagten wird hierbei die Lichtquelle beiläufig in der Distanz der 6fachen Brennweite der Sammellinse aufzustellen sein. Schliesslich wird die Mattscheibe aus dem Blendenträger entfernt, oder letzterer sammt der Mattscheibe von der optischen Bank abgehoben; es wird nun das von der Sammellinse entworfene Luftbild der Leuchtfläche durch den Condensor vollkommen scharf in die Objectebene verlegt sein.

An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass bei jener Anordnung, wo unter Verwendung einer kräftigen, aber unruhig brennenden Lichtquelle mittels derselben eine Mattscheibe erleuchtet wird, und diese dann als Lichtquelle functionirt, eine ganz ähnliche Aufstellung des Instrumentariums nöthig ist, nur mit dem Unterschiede, dass die Sammellinse kein scharfes Bild der Lichtquelle auf der Mattscheibe zu entwerfen braucht, sondern auf derselben nur einen nach Bedarf grösseren oder kleineren, gleichmässig hellen Kreis erleuchten muss, was durch entsprechende Annäherung der Sammellinse und Lichtquelle an die Mattscheibe zu erreichen ist. Letztere wird in diesem Falle vor der Exposition besser durch eine dünne Milchglastafel ersetzt, da hierdurch bei Verlegung der leuchtenden Fläche in die Objectebene ein viel gleichmässigeres, weisses Licht erzielt wird, als es durch eine auch noch so fein geschliffene Mattscheibe möglich ist.

Die Anwendung von directem durchfallenden Lichte ohne Einschaltung von Linsen oder Linsensystemen (Condensoren), sowie die Einschaltung des Objectes in den convergenten Theil des Lichtbündels einer einfachen Sammellinse ist bei Anwendung schwächerer Lichtquellen und schwacher Vergrösserungen, wo es sich um gleichmässige Erhellung eines grossen Gesichtsfeldes handelt, gut möglich und liefert recht brauchbare Resultate; doch verbietet sich insbesondere die erstere Anordnung (ohne Sammellinse) wegen der hierbei auftretenden Diffractionserscheinungen (nach Abbé sind es Fresnel'sche

Beugungserscheinungen an der Grenze der Objecte), sobald wir solche intensive Lichtquellen anwenden, welche nur einen engen Beleuchtungskegel liefern. Da die leuchtende Fläche aller unserer künstlichen starken Lichtquellen klein ist und somit nur einen sehr engen Beleuchtungskegel liefert, und die Sonne, diese kräftigste Lichtquelle, zufolge ihrer grossen Entfernung ebenfalls nur einen sehr engen Beleuchtungskegel giebt, so ist aus dem eben Gesagten ersichtlich, dass diese Lichtquellen niemals ohne gleichzeitige Anwendung von Condensorlinsen oder Condensorsystemen angewandt werden sollen.

Fassen wir zum Schlusse das aus obigen Betrachtungen Resultirende nochmals zusammen, so ergiebt sich, dass wir für starke Vergrösserungen wohl am zweckmässigsten zu den stärksten Lichtquellen greifen werden, diese der geringen Ausdehnung ihrer Leuchtfläche halber, aber nur unter gleichzeitiger Verwendung von Condensoren anwenden dürfen, um Fresnel'sche Beugungserscheinungen hintanzuhalten. Für schwächere Vergrösserungen genügen auch schwächere Lichtquellen und diese können ihrer grösseren Flächenausdehnung wegen entweder direct oder unter blosser Benutzung einer Sammellinse angewendet werden.

### 2. Art der Anwendung von Condensorsystemen.

Die einzelnen bei Anwendung eines Condensorsystemes in Betracht kommenden Rücksichten hat R. Zeiss in seinem Specialcataloge[1]) in ausgezeichneter Weise auseinandergesetzt, so dass ich am besten thue, ihm hierüber das Wort zu geben:

a) Der Oeffnungswinkel des Beleuchtungssystems.

„Die Beobachtungen mit dem gewöhnlichen Beleuchtungsapparat zeigen, welchen grossen Einfluss der Oeffnungswinkel des auf das Object einfallenden Strahlenkegels auf die Beschaffenheit des mikroskopischen Bildes ausübt, und wie verschieden dieser Oeffnungswinkel gewählt werden muss, um bei verschiedenen Präparaten je das günstigste Bild zu erhalten. Es ist selbstverständlich, dass bei den photograhpischen Aufnahmen diese Unterschiede ebenso in Geltung treten müssen. Im Allgemeinen erscheint das Bild in seinen Umrissen um so schärfer und markirter, je enger die beleuchtenden Strahlenkegel genommen werden, je kleiner also die wirksame Apertur des Beleuchtungsapparates ist. Denn bei Anwendung breiterer Kegel werden nothwendiger Weise einfallende Strahlen von verschiedenem

1) Zeiss (10) S. 12.

Grade der Neigung gegen die Achse des Mikroskops gleichzeitig wirksam — bei centraler Beleuchtung neben rein axialen Strahlen, solche von mehr oder weniger beträchtlicher Schiefe — und bei Objecten, deren Elemente nicht durch ungleiche Absorption des Lichts, sondern durch Differenzirung im Brechungsvermögen sich gegen einander abgrenzen, sind die Bilder, welche einfallende Lichtbündel von verschiedener Schiefe erzeugen, nicht identisch, sondern hinsichtlich der Lichtvertheilung oft beträchtlich ungleich. Das Bild, welches ein Beleuchtungskegel von grosser Apertur erzeugt, ist also in jedem Falle thatsächlich das Resultat der Uebereinanderlagerung einer unbestimmt grossen Zahl von verschiedenartigen Bildern (einzeln herrührend von je einem der vielen kleineren, der Einfallsrichtung nach ungleichen Beleuchtungskegel, welche in dem breiten Einfallskegel als Theile enthalten sind), und es ist verständlich, dass hieraus eine mit der wachsenden Apertur des Beleuchtungsapparates zunehmende Unbestimmtheit und Undeutlichkeit des Bildes entspringen muss. Thatsächlich tritt bei solchen Objecten, welche weder durch natürliche noch durch künstliche Färbungsunterschiede Absorptionswirkungen auf die hindurchtretenden Strahlen ausüben, vielmehr nur im Brechungsvermögen der Theile differenzirt sind, fast vollständiges Verschwinden ein, wenn man sie mit Beleuchtungskegeln von grosser Apertur (z. B. 1,0 numerisch) beobachten will. Ausser diesem spricht noch für die Beleuchtung durch *enge* Einfallskegel der bekannte Umstand, dass auch bei den best-corrigirten Mikroskop-Objectiven die Bildfläche stets merklich gewölbt ist, das Bild also in der Achse und ausser der Achse nicht *gleichzeitig* (d. h. bei derselben Einstellung) vollkommen scharf wird. Beim Photographiren kommt diese Wölbung noch mehr zur Geltung wie bei der Ocularbeobachtung, weil hier die ausgleichende Accomodation des Auges, s. S. 28, fortfällt. Je grösser nun der Oeffnungswinkel der beleuchtenden und damit auch der abbildenden Strahlenkegel wird, desto rascher muss in dem auf eine ebene Fläche projicirten Mikroskopbild die Schärfe von der Mitte nach dem Rand hin abnehmen; desto kleiner wird also derjenige Theil des Sehfeldes, in welchem annähernd gleichmässige Schärfe erhalten wird."

„Diesem gegenüber giebt es aber andrerseits drei Rücksichten, welche gerade umgekehrt zu Gunsten der Anwendung möglichst breiter Beleuchtungsbüschel sprechen:

a) Die gesteigerte Helligkeit des Bildes, welche mit der Vergrösserung des Beleuchtungswinkels selbstverständlich verbunden ist

und die gerade beim Photographiren, wegen der Expositionsdauer, besondere Bedeutung gewinnt.

b) Die Verminderung der Diffractionssäume, welche bei engen Beleuchtungskegeln alle Contouren im Bilde umgeben und um so stärker hervortreten, je intensiveres Licht in Anwendung kommt. Diese Diffractionssäume stören bei sehr engen, aber intensiven Beleuchtungskegeln die Deutlichkeit des Bildes in hohem Grade. Aus diesem Grunde verbietet sich z. B. ganz unbedingt die directe Beleuchtung eines Objectes durch die Sonne (oder auch durch die Kohlenspitzen der elektrischen Lampe) ohne Einschaltung eines Condensorsystems, selbst bei schwachen Vergrösserungen, wo diese einfachste und bequemste Art der Beleuchtung hinsichtlich der Helligkeit völlig ausreichend sein würde. Man muss in solchem Falle eine matte Scheibe einschalten („das Licht diffus machen", wie man sagt) bloss zu dem Zwecke, beträchtlich breitere Beleuchtungskegel zu gewinnen als diejenigen von $^1/_2$ Grad, welche die Sonne direct liefern kann.

c) Die Steigerung des Unterscheidungsvermögens der Objective, welche auch bei centralem Lichteinfall ein Beleuchtungskegel von grösserem Oeffnungswinkel dadurch herbeiführt, dass in ihm neben den rein centralen Strahlen noch schief einfallende Strahlen enthalten sind. Letztere können noch Details abbilden, welche dasselbe Objectiv bei rein centraler Beleuchtung nicht sichtbar werden lässt — wie sich namentlich bei der Beobachtung von Diatomeen deutlich zeigt. So lässt z. B. ein Objectiv von 0,8 num. Apertur bei einem sehr engen centralen Beleuchtungskegel die Zeichnung auf Pleurosigma angulatum kaum hervortreten; ein Beleuchtungskegel von ca. 0,3 num. Apertur aber, welcher schiefe Strahlen bis gegen 20 Grad Neigung in sich begreift, liefert auch bei genau centralem Einfall ein vollkommen deutliches Bild der Zeichnung."

„Der zuletzt erwähnte Vortheil der Beleuchtungskegel von grosser Apertur kann fast ohne Einschränkung zur Geltung gebracht werden, wenn es sich um die Abbildung von gefärbten Objecten oder gefärbten Bestandtheilen solcher handelt, bei welchen die Bilderzeugung ausschliesslich auf Absorptionswirkung gegründet ist. In diesem Falle tritt, wofern nur das Objectiv für seine volle Apertur sorgfältig corrigirt ist, auch bei Beleuchtungskegeln von 1,0 und mehr numerischer Apertur kein Verwischen des Bildes ein (soweit diese absorbirenden Elemente in Frage stehen), das gleichzeitige Verschwinden der nicht absorbirenden Theile des Objectes aber ist jetzt kein Nachtheil, sondern vielmehr ein directer Gewinn. — R. Koch hat bekanntlich die Um-

stände dieses für die neueren Forschungen der Mikroskopiker besonders wichtig gewordenen Falles zuerst richtig würdigen gelehrt, indem er für Objecte der erwähnten Art die centrale Beleuchtung mit grosser Apertur in Anwendung brachte und allgemein empfahl."

„Aus diesem ergiebt sich, dass ein rationell eingerichteter Beleuchtungsapparat auch für die Zwecke der Photographie einerseits einen Beleuchtungskegel von grosser Apertur — wenigstens bis zu 1,0 — zur Verfügung stellen, andrerseits aber auch die Möglichkeit gewähren muss, diese Apertur auf einfache und sichere Weise beliebig einzuschränken, um sie der Beschaffenheit der Objecte und den sonstigen Rücksichten jederzeit anpassen zu können."

„Allgemein giltige Regeln für diese Anpassung lassen sich dem Gesagten zufolge nicht aufstellen; denn es handelt sich von Fall zu Fall um die zweckmässigste Ausgleichung zwischen gegensätzlichen Anforderungen. Bei der Mehrzahl der Präparate (von gefärbten Objecten, im Besondern von Bakterienpräparaten abgesehen) zeigt sich jedoch erfahrungsgemäss, für die Ocular-Beobachtung wie für die Photographie, ein Beleuchtungskegel als vortheilhaft, der in der Apertur ungefähr ein Drittel von der Apertur des jeweilig benutzten Objectivs ausmacht, der also auch circa ein Drittel von der freien Oeffnung des Objectivs mit Licht erfüllt."

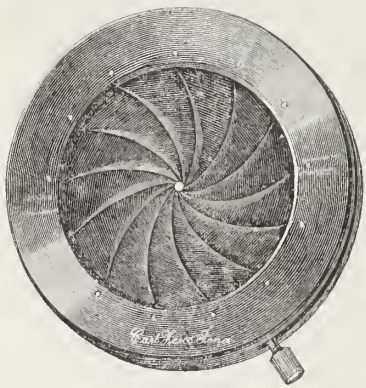


Fig. 103.

Man controlirt dieses Verhältniss bekanntlich ganz sicher durch Hineinsehen in den Tubus des Mikroskops nach herausgenommenem Ocular, indem man (bei Beleuchtung mit Sonnenlicht unter Anwendung eines geeigneten Rauchglases zum Schutz des Auges) beobachtet, welcher Theil der freien Objectivöffnung durch die einfallenden Strahlen gleichmässig beleuchtet erscheint.

Die Abstufung des Beleuchtungskegels geschieht am vollkommensten und bequemsten mit Hilfe einer Irisblendung (s. Fig. 103) am Condensorsystem, wie sie in neuerer Zeit auch für die zu gewöhnlichen mikroskopischen Arbeiten bestimmten Stative fast allgemein angewandt wird.

Dieselbe kann an Stelle der auf dem Blendungsträger des Abbéschen Beleuchtungs-Apparates befindlichen abnehmbaren Klappe an-

gebracht werden und ersetzt dann vortheilhaft die gewöhnlichen auswechselbaren Blendungen, indem sie die Möglichkeit der Verengerung oder Erweiterung der Oeffnung in ganz allmählicher Abstufung bietet. Man erreicht dabei eine kleinste Oeffnung von 1 mm und eine grösste, die nahezu dem Durchmesser des Condensorsystems gleichkommt. Am Zeiss'schen achromatischen Condensor für Mikrophotographie ist diese Irisblendung aus optischen Gründen innerhalb des Condensorsystems angebracht.

### b) Die Schärfe des in die Objectebene projicirten Sonnenbildchens.

Bei der geringen Ausdehnung der leuchtenden Fläche, welche die Sonne zur Verfügung stellt ist eine gleichmässige Beleuchtung eines Objects (sofern einmal Strahlenkegel von grösserem Oeffnungswinkel verlangt werden sollen) überhaupt nur dadurch möglich, dass ein wenigstens annähernd scharfes Bild der Sonne auf das Object selbst projicirt wird. Dieser Zweck erfordert aber ein Beleuchtungssystem, welches frei ist von sphärischer und chromatischer Abweichung. Der gewöhnliche Beleuchtungs-Apparat mit unachromatischem Condensorsystem ermöglicht zwar bei Anwendung einer genügend ausgedehnten Lichtquelle (z. B. des Wolkenhimmels) trotz der Aberrationen eine gleichförmige Beleuchtung, weil Strahlen von sehr verschiedenen Punkten einer solchen Lichtquelle in jedem Punkte des Objects zusammenwirken können; mit der Sonne aber und den starken künstlichen Lichtquellen, welche ja fast sämmtlich eine kleine Leuchtfläche besitzen, leistet der Abbe'sche Beleuchtungsapparat nicht das möglichst Vollkommene wegen der starken Zerstreuung der von einer so kleinen Lichtfläche ausgehenden Strahlen durch die sphärische Aberration der Condensorlinsen. Man sollte also schon aus obigem Grunde ein sphärisch und chromatisch corrigirtes Condensorsystem (was der gewöhnliche Sprachgebrauch schlechthin mit „achromatisch" bezeichnet) in Anwendung bringen.

Diese Bedingung wird am vollkommensten durch das von Zeiss construirte, auf Seite 74 und 171 abgebildete, neue Condensorsystem erfüllt, doch können auch, wie schon öfter erwähnt, gute achromatische Mikroskop-Objective, als Condensor verwendet, diesen Zweck sehr vollkommen erfüllen.

„Hierzu kommt jedoch noch eine zweite, wichtige Rücksicht. Schon bei der gewöhnlichen Ocular-Beobachtung zeigt sich, dass es der Reinheit und Deutlichkeit des mikroskopischen Bildes sehr zu

Statten kommt, wenn nur derjenige Theil des Präparates, der abgebildet werden soll (und zwar ein möglichst kleines Feld) beleuchtet, das Uebrige aber vollkommen dunkel gehalten wird — wenn also überhaupt nicht mehr Licht auf das Object und in das Mikroskop gesandt wird, als der Zweck der Beobachtung unbedingt erfordert. Beim Photographiren aber macht sich der Vortheil einer solchen Licht-Oeconomie in noch viel höherem Grade bemerklich. Es ist nun einleuchtend, dass dieser Anforderung anders nicht genügt werden kann, als durch Projection eines kleinen, d. h. eben nur die abzubildende Stelle des Präparates bedeckenden, scharfen Bildes der Lichtquelle möglichst genau in die Ebene des Objectes — weil ein unscharfes Bild, oder ein Bild ausserhalb der Einstellungsebene, um ein gewisses Objectfeld noch gleichförmig leuchtend zu machen, grösser als dieses Feld sein, also im Ganzen mehr Licht zuführen müsste, als zum Bilde gebraucht wird. — Jedenfalls zeigt die Erfahrung beim Photographiren, dass die Aufnahmen um so besser werden, je genauer man das Bild der Lichtquelle auf das Object einstellt und je besser begrenzt es in dieser Ebene erscheint."

Selbst bei Aufnahmen mit geringen Vergrösserungen, bei welchen man — um ein relativ grosses Objectfeld beleuchten zu können — die Sonne oder eine kräftige, künstliche Lichtquelle nicht direct mittels des Condensors benutzt, sondern eine matte Scheibe diffus leuchtend macht und diese erst mittels des Condensors auf das Präparat projicirt, ist es entschieden von Vortheil, die obige Regel zu beachten, d. h. den Durchmesser der matten Scheibe im Verhältniss zu ihrem Abstand vom Mikroskop so zu bemessen, dass ein scharfes Bild derselben in der Einstellungsebene gerade nur das abzubildende Objectfeld bedeckt. (Vergl. hierüber Seite 164.)

Am leichtesten kann dieser Zweck mit dem oben, Seite 80, beschriebenen Blendungsträger erreicht werden, indem man ohne die Centrirung zu stören versuchsweise verschieden weite Blendungen einschiebt. Man wählt diejenige aus, welche den äussersten Rand des Gesichtsfeldes verdunkelt.

### c) Die Grösse des in die Objectebene projicirten Sonnenbildchens.

Bekanntlich wurde nach Geh. Rath Koch's Vorschlag bisher ein gewöhnliches Mikroskopobjectiv für die Projection des Sonnenbildchens in die Objectebene benutzt; für Anfnahmen mit einem

System $^1/_{12}$ hom. Imm. kam je nach der Art des Objectes ein Trockenobjectiv von 0,30—0,85 num. Apertur zur Verwendung und gab vortreffliche Resultate.

Die wundervollen Aufnahmen von Pleurosigma angulatum, welche Zeiss seinem Cataloge beigegeben (Taf. I u. II), sind mittels Apochromat 2,0 mm 1,30 Apert. gemacht, wobei das Sonnenbildchen in dieser Weise mittels des Trockenobjectivs, Apochromat 16,0 mm 0,30 num. Apertur in die Objectebene projicirt worden ist. Das Sonnenbildchen füllt, mit genanntem Objectiv projicirt, nahezu das Gesichtsfeld eines Apochromat 2,0 Mm aus. Soll jedoch — wie z. B. für Bacillen-Aufnahmen nöthig ist — ein Beleuchtungskegel von grösserer Apertur (beispielsweise 0,85 num. Apertur) verwandt werden, so hat dies den Nachtheil, dass man zu einem Objectiv von kürzerer Brennweite greifen muss, dessen Sonnenbildchen entsprechend kleiner

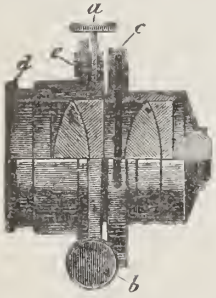


Fig. 104.

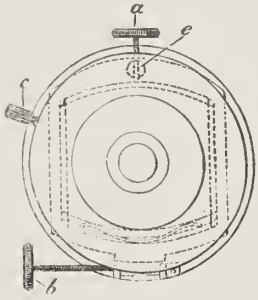


Fig. 105.

ausfällt und dann nur einen kleinen Theil des Gesichtsfeldes vom Oelimmersionssystem ausfüllt. Wurde also z. B. ein Objectiv DD zur Beleuchtung verwandt, so war es nöthig, eine Convexlinse einzuschalten, welche das Sonnenbildchen auf die wünschenswerthe Grösse brachte. Die aus der Einschaltung dieser Convexlinse entspringenden Uebelstände (welche namentlich auch die Centrirung des Sonnenbildchens erschwerten) gaben die letzte Veranlassung zur Construction des erwähnten achromatischen Condensorsystems (siehe Fig. 104 und 105). Es wurde auf Anregung der oben genannten Herren ein achromatischer Condensor von 1,0 mm. Apert. construirt. Derselbe ist in einer entsprechenden Fassung mit Hilfe der Schrauben *a* und *b* centrirbar und kann an Stelle des gewöhnlichen Condensorsystems eingesetzt werden. (Vergl. Seite 89.) Dieses Zeiss'sche Condensorsystem ist mit Irisblendung ausgerüstet und gestattet jede beliebige Oeffnung von 0,1 bis 1,0 num. Apertur zur Focussirung des Sonnenbildchens anzuwenden; es entwirft selbst bei voller Oeffnung ein

scharfes Sonnenbildchen. Ferner besitzt es eine so grosse Brennweite, dass es ein Sonnenbild projicirt, welches nahezu das Gesichtsfeld des Apochromat 4,0 mm 0,95 num. Apertur ausfüllt, bei schwächeren Objectiven mit entsprechend grösserem Gesichtsfelde jedoch die Einschaltung einer Mattscheibe, oder noch besser einer dünnen Milchglasplatte verlangt, welche, durch irgend eine Lichtquelle erleuchtet, dann selbst als Lichtquelle dient und als solche in die Objectebene projicirt wird.

Dass man auch bei Anwendung eines photographischen Objectives (von ca. 12 Grad Oeffnungswinkel und 3" Oeffnung) als Condensor unter gleichzeitiger Verwendung von monochromatisch gemachtem Sonnenlichte vorzügliche Resultate erzielen kann, hat uns Woodward gezeigt.[1])

Hier mag auch die Ermittlung Woodward's[2]) Platz finden, dass eine Schiefe der Beleuchtung von nur 45 Grad gegen die Mikroskop-Achse zur photographischen Darstellung der Querstreifen von Amphipleura pellucida, oder ähnlich feiner Structuren bereits ausreichend ist; es giebt nämlich jedes Objectiv bei solcher mässiger Schiefe des Lichteinfalles bessere Bilder, als bei noch schieferer Beleuchtung. Diese Ermittlung Woodward's, dass eine Schiefe der Beleuchtung von nur 45 Grad gegen die Mikroskop-Achse geneigt zur photographischen Darstellung der Querstreifen von Amphipleura pellucida oder ähnlich feiner Structuren bereits ausreichend ist, ist für die Mikrophotographie von grossem Werthe, weil jedes Objectiv bei so mässiger Schiefe zweifellos bessere Bilder giebt, als bei allerschrägstem Lichteinfall. Diese Ermittlung wird theoretisch dadurch erklärt, dass — da bei Amphipleura pellucida die Streifen-Distanz 0,23 μ beträgt und das photographisch wirksamste Licht eine Wellenlänge von 0,40 bis 0,42 μ umfasst — bei jedem Systeme von 1,00 numerischer Oeffnung und darüber hinaus bereits das erste Beugungsbüschel schon voll in die Oeffnung eintritt, sobald der einfallende Strahlenkegel p. p. 45 Grad in Balsam gegen die Achse geneigt ist. Da nun ein zweites Beugungsbüschel doch auf alle Fälle unerreichbar ist, so giebt eine grössere Schiefe keinen Vortheil mehr, sondern nur Nachtheil — stärkere Lichtverluste und grössere Empfindlichkeit des Objectives gegen alle kleinen Abweichungen. — Beim Sehen aber, wo Licht von grösserer Wellenlänge wirken muss,

1) J. Woodward, Roy. Micr. Soc. 1879. S. 663.

2) C. Janisch, Archiv f. mikr. Anat. Bd. 18. S. 263. Taf. X—XII.

oder auch wenn noch feinere Streifungen, unter 0,20 μ Abstand, photographirt werden sollen, müsste eine schrägere Beleuchtung angewendet werden, damit auch nur das erste Beugungsbüschel in die Oeffnung des Objectives einfallen, und durch Zusammenwirken dieses Beugungsbüschels mit dem direct einfallenden Lichtbüschel das Bild der Structur entstehen kann.[1])

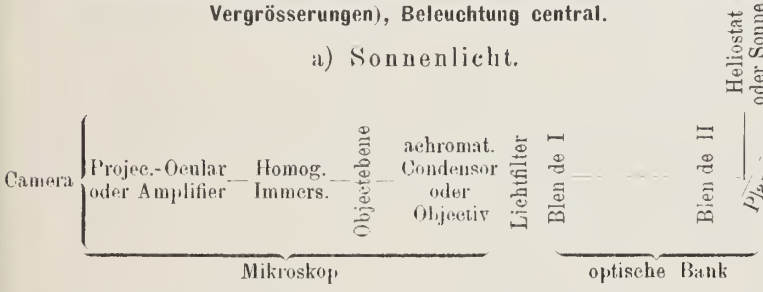
Nachdem wir nun je nach dem Objecte und der gewünschten Vergrösserung eine Lichtquelle unter Berücksichtigung des diesbezüglich Mitgetheilten ausgewählt haben, stellen wir das Instrumentarium in einer der in Folgendem angegebenen Methoden zusammen.

## VII. Zusammenstellung des Instrumentariums bei Benutzung der verschiedenen Lichtquellen.

### A. Beleuchtung mit durchfallendem Lichte.

#### I. Sonnenlicht oder kräftiges künstliches Licht direct (für sehr starke Vergrösserungen), Beleuchtung central.

##### a) Sonnenlicht.




Die centrirten Blenden I und II besitzen gleich grosse Oeffnungen und dienen zur Controle der richtigen Einfallsrichtung des Lichtbündels. Das durch die Blende II begrenzte Lichtbündel muss die Blende I genau passiren, ohne auch nur den Rand zu erleuchten, sonst muss dieses Verhältniss durch Drehen des Spiegels hergestellt werden. Das durch den Condensor entworfene Sonnenbild muss genau in der Objectebene liegen. Die Blendungsgrösse des Condensors richtet sich nach dem hierüber Seite 166 Mitgetheilten.

Im untenstehenden Schema dieser Anordnung, s. Fig. 106, bedeutet $L$ die Richtung der Sonnenstrahlen, $H$ das Heliostat, oder den verstellbaren Planspiegel, $S$ den auf der optischen Bank stehenden verstellbaren Spiegel. $B_1$ und $B_2$ sind die zwei mit gleichen Oeff-

1) Abbé, Beiträge zur Theorie des Mikroskops. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IX. S. 440.

nungen versehenen centrirten Blenden. $F$ ist die Cüvette mit monochromer Flüssigkeit; $A$ das Condensorsystem des Mikroskopes, $O$ die

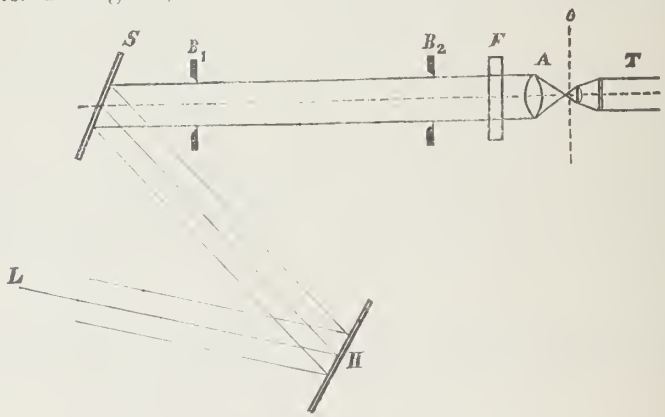



Fig. 106.

Objectebene, in welche durch $A$ das Sonnenbildchen projicirt wird. $T$ ist der Tubus.

b) Elektrisches Bogenlicht, Zirkon- oder Kalklicht.

Im Schema Fig. 107 bedeutet $K$ die Laterne mit dem Condensorsystem $CC_1$. $LL_1$ ist die leuchtende Fläche. $E$ ist die Ebene, in der vom Condensorsystem das Luftbild von $LL_1$ entworfen wird.

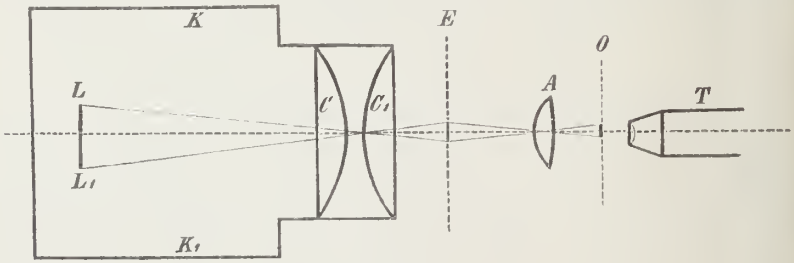



Fig. 107.

$A$ der Condensor des Mikroskopes, mittels dessen dieses Luftbild nochmals verkleinert in die Objectebene $O$ projicirt wird. $T$ ist der Tubus des Mikroskop-Stativs.

Bei Benutzung von elektrischem Bogenlicht muss, wie anderorts erwähnt, noch eine Kühlkammer eingeschaltet werden.

**2. Sonnenlicht oder kräftige künstliche Lichtquelle direct, Beleuchtung schief.**

a) Anordnung wie oben, nur statt des achromatischen Condensors oder des Mikroskop-Objectives wird der Abbé'sche Beleuch-

tungsapparat mit schiefer Beleuchtung (excentrische Blende) verwendet. Sehr zweckmässig ist zu diesem Behufe die Verwendung eines mondförmigen Blendenausschnittes [vergl. Zeiss (10), S. 31] von nebenstehender Form; man kann eine solche Blende (Fig. 108) für den Abbé'schen Condensor aus schwarzem Carton leicht selbst herstellen. Bei dem Einlegen der Blende hat man bei schwierigen Objecten natürlich darauf zu achten, dass die Richtung *ab* der Blende parallel mit dem schwierig aufzulösenden Streifensystem (z. B. der Amphipleura) zu stehen kommt. Bei dieser Anordnung muss die Frontlinse des Abbeschen Beleuchtungsapparates mittels eines Tropfen Cedernöles mit der Unterseite des Objectträgers verbunden werden, um eine möglichst schiefe Beleuchtung bei wenig Lichtverlust zu erhalten.

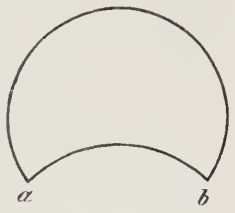
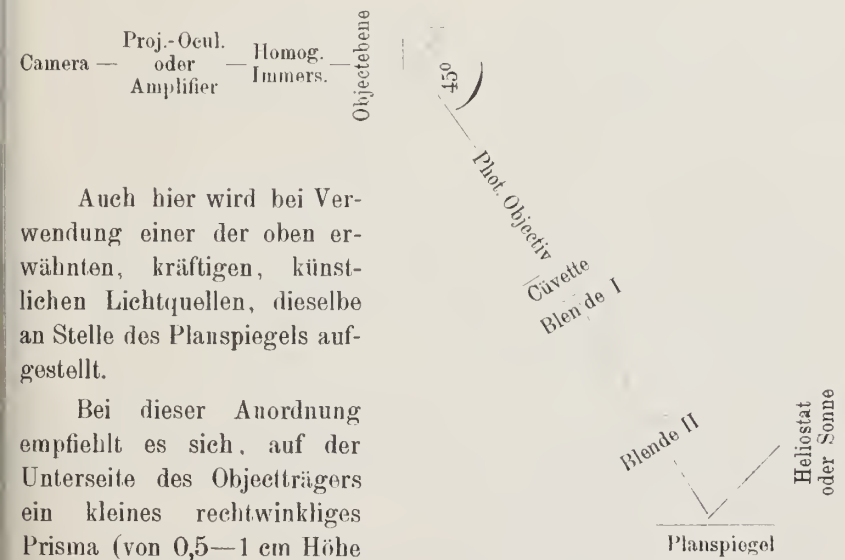


Fig. 108.

b) Nach Woodward:



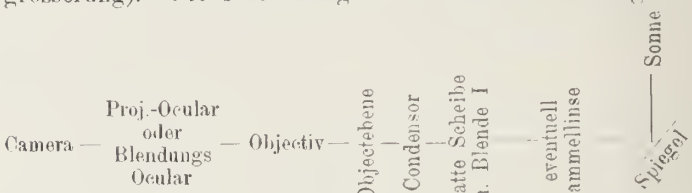

Auch hier wird bei Verwendung einer der oben erwähnten, kräftigen, künstlichen Lichtquellen, dieselbe an Stelle des Planspiegels aufgestellt.

Bei dieser Anordnung empfiehlt es sich, auf der Unterseite des Objectträgers ein kleines rechtwinkliges Prisma (von 0,5—1 cm Höhe und Hypothenusenlänge von 5—8 mm) mit einer sehr geringen Menge Cedernöl oder Canadabalsam derart an einer Kathetenfläche zu befestigen, dass die optische Achse des photographischen Objectives auf der Hypothenusenfläche vertical steht. Es geht hierdurch naturgemäss viel weniger Licht durch Reflexion verloren, da durch die Kittung mittels Cedernöl oder Canadabalsam — Substanzen, welche nahezu denselben Brechungsexponenten wie Glas besitzen — der

Objectträger mit dem Prisma gewissermassen ein Ganzes ausmacht und die Hypothenusenfläche des letzteren für die vom photographischen Objective her eintretenden Lichtstrahlen eine viel günstigere Lage hat, als der gegen die Einfallsrichtung stark geneigte Objectträger. Diese Methode wird u. A. auch von dem bekannten Mikrophotographen R. Hitchcock in Washington angewandt.

### 3. Sonnenlicht oder künstliches Licht indirect.

Bei dieser Anordnung wird, wie schon erwähnt, mittels der Lichtquelle eine matte Scheibe oder noch besser eine dünne Milchglasplatte erhellt, die dann als Lichtquelle dient. Man wendet, wie erwähnt, diese Art der Beleuchtung dann an, wenn ruhig brennende Lichtquellen verwendet werden sollen, oder auch für Aufnahmen, bei denen das Gesichtsfeld grösser sein muss (mittelstarke und schwache Vergrösserung). Die Anordnung ist für Sonnenlicht folgende:




Hierbei kann zur Erhöhung der Lichtintensität zwischen Spiegel und Mattscheibe eine centrirte Sammellinse derart eingeschaltet werden, dass der helle Kreis, welcher von ihr auf die unmittelbar vor der Mattscheibe stehende Blende projicirt wird, etwas grösser ist als die Blendenöffnung. Natürlich muss hierbei der Spiegel vor der Exposition richtig gestellt werden.

Im untenstehenden Schema, Fig. 109, ist dieselbe Bezeichnung wie oben gewählt. Ferner ist *E* die Mattscheibe, *B* die dicht dahinter auf einem nach Art der Seite 80 beschriebenen Blendenträger angebrachte Blende, die etwas kleiner gewählt wird, als der auf die Mattscheibe projicirte Lichtkreis.

Die Distanz vom Condensor, in welcher der Blendungs- und Mattscheibenträger I aufgestellt werden muss, sowie die Grösse der zu wählenden Blendenöffnung, richten sich, wie schon oben erörtert, nach der Grösse des Gesichtsfeldes des betreffenden Objectives, wobei zu bemerken ist, dass eben nur das Gesichtsfeld erleuchtet sein soll. Je näher wir die Mattscheibe an den Condensor heranrücken und je grösser wir die Blendenöffnung wählen, um so grösser wird die erleuchtete Fläche des Präparates. Dem Condensor muss be-

kanntlich hinsichtlich seiner Distanz vom Objecte jene Stellung gegeben werden, in welcher das Bild der erleuchteten Mattscheibe genau in die Objectebene verlegt wird.

Das Magnesiumlicht und das elektrische Bogenlicht werden, wenn es sich nicht um allzu starke Vergrösserungen handelt, bei denen das Einstellen wegen Lichtmangel auf diese Weise nicht mehr möglich ist, am zweckmässigsten in der eben beschriebenen Anordnung verwendet und dann an Stelle des im obigen Schema gezeichneten Planspiegels in gut centrirtem Zustande aufgestellt. Um die Mattscheibe zu erhellen, kann hierbei entweder die Lichtquelle recht nahe (8—10 cm) an dieselbe herangeschoben werden (Mag-

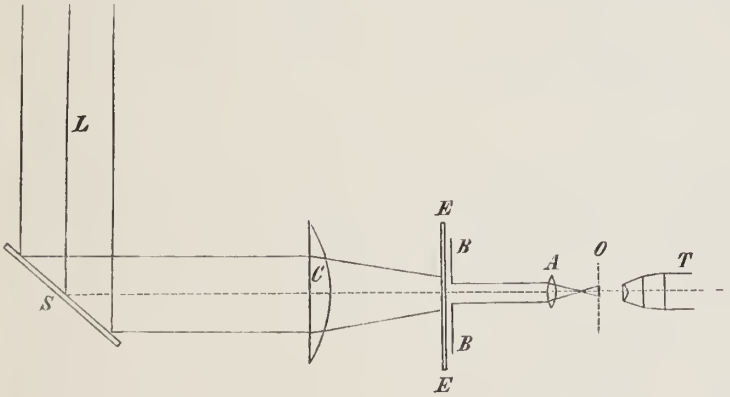



Fig. 109

nesiumlicht), oder es kann auch hier zwischen Lichtquelle und Mattscheibe eine Sammellinse oder ein Linsensystem (elektrisches Bogenlicht) eingeschaltet werden, die durch passende Stellung einen je nach Bedürfniss entsprechend grossen Kreis (s. o.) gleichmässig erleuchtet. Bei Anwendung einer elektrischen Bogenlampe muss zum Schutze der zunächst stehenden Sammellinse vor absprühenden Funken vor derselben ein Glimmerfenster eingeschaltet werden.

#### 4. Schwächere, aber ruhige Lichtquellen.

(Diffuses Tageslicht, elektrisches Glühlicht, gute Gas- oder Petroleumlampen).

Alle diese Lichtquellen eignen sich sehr gut für mittlere und schwächere Vergrösserungen und werden direct angewendet, indem man ihr Licht, je nach der Vertical- oder Horizontalstellung der Camera, entweder mit, oder ohne vorhergehende Reflexion mittels eines Spiegels auf das Präparat gelangen lässt.

a) Bei jenen Lichtquellen obiger Categorie, welche eine grössere gleichmässig leuchtende Fläche besitzen (diffuses Tageslicht, Gas- und Petroleumlicht), kann zur Erhöhung der Intensität mit Vortheil jeder Condensor (auch einfache Sammellinse[1]) verwendet werden; man stellt denselben so ein, dass das Bild der Lichtquelle möglichst scharf in die Objectebene projicirt ist.[2])

b) Auch eine centrirte Sammellinse kann noch zur weiteren Erhöhung der Intensität zwischen Condensor und Lichtquelle einge-

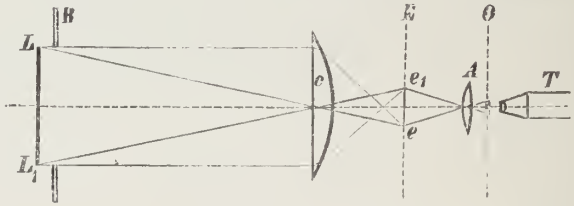



Fig. 110.

schaltet werden; dann muss aber, um die richtige Stellung der einzelnen Beleuchtungsapparate zu finden, provisorisch eine Mattscheibe in passender Distanz (s. o.) vor dem Condensor aufgestellt werden.

Man verlegt bei dieser Anordnung, s. Fig. 110, zuerst das von der Sammellinse $c$ erzeugte Bild $e e_1$ der Lichtquelle $L L_1$ durch

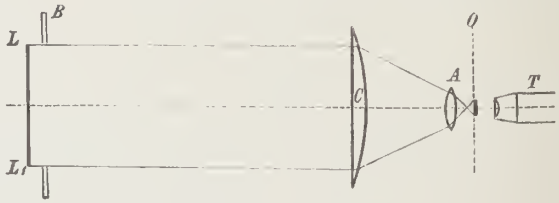



Fig. 111.

Verschieben der Sammellinse $c$ auf die Mattscheibe $E$, und dann verlegt man weiter das vom Condensor erzeugte Bild der Mattscheibe in die Objectebene $O$. Ist dies geschehen, so entfernt man die Mattscheibe und hat nun das durch die Sammellinse erzeugte verkleinerte Luftbild der Lichtquelle nochmals stark verkleinert in die Objectebene projicirt.

1) Bei ihrer Anwendung empfiehlt es sich, die Randstrahlen durch eine passende Blende abzuhalten.

2) Bei diffusem Tageslicht verlegt man zu diesem Behufe das von Abbé oder dergl. erzeugte Bild vorüberziehender Wolken oder eines fernen Daches etc. in die Objectebene, um die richtige Stellung des Condensors zu finden.

Falls die Brennweite des zu verwendenden Condensors *A* nicht zu klein ist, so dass sich die durch die Sammellinse convergent gemachten Lichtstrahlen bei Einschaltung desselben schon vor der Objectebene zum Bilde der Lichtquelle vereinigen, kann auch anstatt der eben angeführten die auf nebenstehendem Schema, s. Fig. 111. dargestellte Combination Anwendung finden, wo der Condensor im convergenten Lichtbüschel, welches durch die Sammellinse *C* erzeugt wird, eingeschaltet wird.

c) Bei Anwendung von elektrischem Glühlicht muss wegen Kleinheit der Lichtquelle die Intensität durch Annäherung an das Object gesteigert werden; man bringt deshalb die Glühlampe dicht unter den Blendungsschlitten des Mikroskopes.

d) Das Gasglühlicht wird aus den Seite 148 angegebenen Ursachen am besten direct angewandt.

Bei allen obengenannten Methoden, bei denen die einzelnen Theile des Beleuchtungsapparates in bestimmten Entfernungen von einander stehen müssen, empfiehlt es sich, die einmal empirisch gefundene Distanz auf der Scala der optischen Bank genau abzulesen und dann zu notiren, um alle Theile bei gleichartiger Anordnung rasch und richtig aufstellen zu können.

Falls bei irgend einer der eben geschilderten Methoden ein mit Focusdifferenz behaftetes Objectiv zur Verwendung kommt, so wird, wie wir Seite 21 erfahren haben, dieselbe am zweckmässigsten durch Einschaltung einer Cüvette beseitigt, welche mit einer passenden Lösung gefüllt ist. Eine solche Cüvette wird bei Verwendung einer Sammellinse am besten in dem von den convergenten Lichtstrahlen gebildeten Kegel eingeschaltet; man hat es hierdurch in der Macht, durch Annähern der Cüvette an die Linse das Licht vollkommener, durch Entfernen unvollkommener zu filtriren, respective monochrom zu machen. Bei Verwendung eines Condensors allein bringe man die Cüvette unmittelbar vor die Condensoröffnung. Wird auch kein Condensor angewandt, so stelle man die Cüvette möglichst nahe an die Cylinderblendung des Objecttisches.

e) Für Aufnahmen bei schwacher Vergrösserung, d. i. mit Objectiven von grosser Brennweite (Zeiss' Aplanat von 75 mm Br.-W.; Hartnack's Projections-Objective etc.) ohne Ocularübersetzung, ist es nöthig, ein grösseres Gesichtsfeld gleichmässig zu erhellen. Hierzu ist es am besten, das Object in den convergenten Theil eines von einer Sammellinse unter Benützung einer schwächeren Lichtquelle

entworfenen Lichtkegels derart einzuschalten, dass die Kegelspitze beiläufig in die Mitte des Objectives fällt. Die Lichtquelle (Gas oder Petroleumlampe) wird durch vorgesetzte Blenden auf passende Grösse reducirt. Die Abblendung eines Segmentes der Beleuchtungslinse erzeugt bei dieser Art der Anordnung oft einen sehr hübschen Effect.

## Anhang.

### Aufnahmen grösserer Objecte, die in horizontaler Stellung aufgenommen werden müssen.

Man verwendet hierzu entweder den Seite 69 geschilderten und abgebildeten Physiographen, oder das auf Seite 108 beschriebene Tischchen; in beiden Fällen wird die Lichtquelle in passender Entfernung vor dem Planspiegel *P* placirt, dicht vor derselben wird eine Blende *B* angebracht, die den unruhig brennenden Theil ausschliesst. Das Object befindet sich (siehe Fig. 112) in der Glasschale *G*. Der Lichtschirm *D* besteht aus Carton und wird vor dem Object aufgestellt, damit auf dieses kein Licht von oben fällt, sondern nur durchfallendes Licht in Verwendung kommt; eventuell können auch mehrere Schirme aufgestellt werden, wenn die Aufnahme in einem hellen Raume geschieht. In der Figur bedeutet ferner *L* die Lichtquelle, *T* das Tischchen mit eingelassener Spiegeltafel, *A* das photographische Objectiv (Aplanat), *C* die Camera.

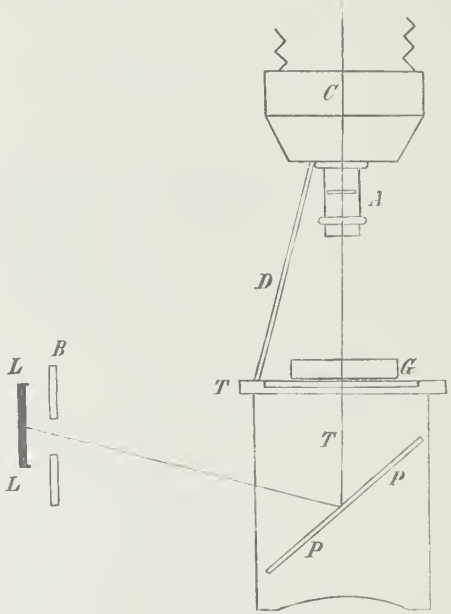


Fig. 112.

### B. Beleuchtung bei auffallendem Lichte.

Wie schon anderorts ausgeführt, eignet sich zu diesem Behufe vor allem das durch Anwendung eines mit Oeffnung versehenen Schirmes auf das Object geleitete diffuse Tageslicht. Vorzügliche Dienste leistet auch das elektrische Glühlicht. Auch die auf Seite 88 beschriebene Einrichtung von Kochs-Wolz kann angewendet werden.

Da die Aufnahmen bei auffallendem Lichte wohl nur unter Anwendung schwächerer Vergrösserungen gemacht werden, und die Correctur eventuell vorhandener Focusdifferenz durch Anwendung monochromen Lichtes bei der ohnehin sehr geringen Helligkeit des Bildes kaum möglich ist, empfiehlt es sich, vollständig achromatische Objective anzuwenden; speciell sei hierfür das neue Zeiss'sche Aplanat empfohlen. Für sehr schwache Vergrösserungen (2—10) eignen sich auch vorzüglich die Aplanate 1 und 2 von Steinheil in München, für etwas stärkere die auf Seite 25 besprochenen Objective von Hartnack. Anderenfalls müsste die Focusdifferenz des betreffenden Objectives bei einer Aufnahme bei durchfallendem Lichte nach der, Seite 18 beschriebenen Methode festgestellt und dann durch entsprechendes Drehen der Mikrometerschraube nach erfolgter Einstellung (siehe S. 19) diese letztere corrigirt werden.

## VIII. Das Einstellen.

Wenngleich diese Operation an und für sich so einfach und bekannt ist, dass sie kaum einer Erklärung bedarf, sei hier doch auf einige berücksichtigenswerthe Punkte aufmerksam gemacht.

Ehe man ans Einstellen schreitet, muss man natürlich durch directes Beobachten mit dem Auge jene Stelle im Präparate aufsuchen, welche photographirt werden soll. Bei nicht allzustarken Vergrösserungen wird hierauf ohne weitere Vorsichtsmassregeln das Mikroskop mit der Camera verbunden und nun durch Drehen an der Mikrometerschraube oder deren Uebersetzung jene Einstellung gesucht, bei welcher das Bild scharf auf der Visirscheibe erscheint. Zuerst wird die matte Scheibe als Visirscheibe verwendet, und darauf geachtet, ob der ganze projicirte Lichtkreis gleichmässig erhellt ist, was bei vorausgegangener guter Centrirung aller Theile ohnehin der Fall sein muss. Sollte es jedoch nicht der Fall sein, so ist eben nur eine unrichtige Aufstellung des Beleuchtungs-Instrumentariums daran schuld; entweder ist bei Anwendung von Methode 1, Seite 173, die Lichtquelle zu klein, um in dieser Art angewandt das Gesichtsfeld vollkommen zu erleuchten, oder die einzelnen Theile sind nicht gut centrirt aufgestellt. Nicht selten wird man, insbesondere bei stärkeren Vergrösserungen, wahrnehmen, dass es unmöglich ist, das Bild gleichzeitig am Rande und in der Mitte scharf einzustellen, es rührt dies (ausgenommen das Präparat ist uneben) von nicht vollkommen planem Gesichtsfeld des betreffenden Objectives oder bei Anwendung von Projectionsocularen von nicht richtiger Einstellung

des Ocular-Linsensystems her. Falls man durch entsprechende Aenderung nicht im Stande ist alle Theile des Gesichtsfeldes gleichmässig scharf zu erhalten, studire man die betreffende Einstellung besonders genau und merke sich einerseits, wo die grösste Schärfe vorhanden ist, andererseits, welches Aussehen die unscharfen Partien haben; farbige, dunkle oder hellere Ränder um die eigentlichen Conturen kommen hierbei besonders in Betracht. Man wird nämlich, besonders bei starken Vergrösserungen, durch langsames Drehen der Mikrometerschraube, vom Punkte der besten Einstellung, nach rechts und links eine Reihe von Erscheinungen auftreten sehen, die Beachtung verdienen; es umgeben sich nämlich die früher scharf conturirten Objecte (besonders bei Bacterien sehr gut zu sehen) beim Drehen der Mikrometerschraube nach der einen Richtung mit einem Lichthofe, beim Drehen nach der anderen Richtung mit einem dunklen Hofe etc. Hat man nun im obigen Falle derart eingestellt, dass beispielsweise die in der Mitte des Gesichtsfeldes gelegenen Partien (Bacillen etc.) von einem hellen Hofe umgeben sind, während etwas weiter nach aussen scharf eingestellte Partien liegen, die an der peripheren Zone liegenden Objecte aber dunkel gesäumt sind, so haben wir nach vollzogener Aufnahme darauf zu achten, welche der drei Partien im Bilde am schärfsten geworden ist. Wir müssen dann natürlich bei weiteren Aufnahmen diejenige Partie, welche wir am schärfsten zu bekommen wünschen, in der eben beschriebenen Weise auf der Visirscheibe sehen.

Es mag hier bemerkt werden, dass man bei den stärksten Systemen fast stets nöthig hat, mit Berücksichtigung des eben Mitgetheilten einige Probeaufnahmen zu machen und sich aus denselben die für das betreffende Objectiv wichtigen Daten zu schöpfen.

Beim Einstellen mit sehr starken Objectivsystemen, welche also eine sehr kurze Brennweite besitzen, empfiehlt es sich ungemein, ehe man ans Einstellen schreitet, den Tubus mit Hilfe der Mikrometerschraube so tief zu senken als möglich, d. h. die Mikrometerschraube, soweit dies möglich ist, in der betreffenden Richtung zu drehen, dann erst nähert man das Objectiv mittels der groben Einstellungsvorrichtung dem Objecte so weit als möglich, ohne es aber zu berühren. (Durch Beobachten von der Seite während der Annäherung des Objectives, oder durch sehr vorsichtiges Abwärtsschieben unter gleichzeitiger Bewegung des Objectes mit der linken Hand, um sofort zu erkennen, wenn das Objectiv mit dem Objecte in Berührung kommt, ist dies zu erreichen.) Ohne nun an der groben

Einstellung etwas zu ändern, wird die feine Einstellung zuerst fürs Auge zum Aufsuchen der besten Stelle des Präparates und dann auf der Visirscheibe nur mittels der Mikrometerschraube vorgenommen; man ist auf diese Weise vollständig sicher, durch Drehen der Mikrometerschraube weder das Deckglas noch das Objectiv durch Druck beschädigen zu können, da sich die Mikrometerschraube eben nicht weiter drehen lässt, als bis das Objectiv in die nächste Nähe des Präparates gebracht ist, ohne es aber berühren zu können. Es ist darum so nöthig, diese Vorsichtsmassregel zu gebrauchen, weil durch die Uebersetzung der Mikrometerschraubenbewegung zum Behufe der Ferneinstellung die Drehung der Mikrometerschraube viel mehr Kraftaufwand erfordert als beim gewöhnlichen Drehen derselben und somit ein schwerer Gang derselben, durch das Aufstehen des Objectives am Deckglas hervorgerufen, wenig gefühlt wird, ein kleiner Mehraufwand an Kraft aber dem Präparate oder selbst gar dem Objectiv gefährlich werden kann.

## IX. Specielle mikrophotographische Methoden.

### A. Einrichtungen zum Behufe der Herstellung von Mikrophotographien mit stereoskopischem Effect.

Hauptsächlich sind es zwei Methoden, welche zu obigem Behufe angewandt werden, die erste derselben ist nur bei ziemlich schwachen, die zweite auch bei stärkeren Vergrösserungen anwendbar.

Methode 1. Wenn man bei ein und derselben Einstellung eines Objectes hintereinander zwei Aufnahmen macht, wobei man bei der ersten die Wirkung der einen, bei der zweiten die der anderen Objectivhälfte ausschaltet, wird natürlich ein ähnlicher Effect erzielt, wie er beim Betrachten eines makroskopischen Objectes mittels unserer beiden Augen vorhanden ist. Es müssen hier nämlich die von dem Object abtretenden Lichtstrahlen verschiedene Richtungen nehmen, um in unsere Augen, respective in die beiden Objectivhälften zu gelangen. Diese Ausschaltung einer Objectivhälfte geschieht dadurch, dass man zwischen Object und Objectiv, möglichst nahe an letzterem, eine Blende anbringt, welche die betreffende Hälfte des Objectives verdeckt. Zur praktischen Durchführung dieser Manipulation kann man, s. Fig. 113, über dem Objectiv eine Röhre *A* passend fixiren, welche aussen eine Hülse *D* trägt, die unten eine mit der Objectivöffnung genau correspondirende Oeffnung besitzt, deren eine Hälfte bei *C* durch eine halbkreisförmige Blende geschlossen ist. Das Rohr *D* enthält einen Schlitz *B*, in den ein im Rohr *A* befestigter Stift

hineinragt, wodurch man leicht im Stande ist, die Blende genau um 180 Grad zu drehen, um die zweite Aufnahme zu machen. Die fertig gestellten Papierbilder dürfen natürlich nicht willkürlich beschnitten werden, sondern derart, dass diejenige Linie, in welcher die beiden Bilder auf dem stereoskopischen Carton zusammenstossen, bei der Aufnahme parallel zu der Trennungslinie der beiden Objectivhälften ist. Ferner muss, wie bei allen stereoskopischen Bildern, dasjenige, welches mit dem, dem rechten Auge des Beschauers entsprechenden Objective (resp. der Objectivhälfte) aufgenommen wurde, auch am stereoskopischen Carton rechts aufgezogen, das mit dem linken Objective (resp. diese Objectivhälfte) aufgenommene dagegen links aufgezogen werden, und zwar beide Bilder in jener Stellung, welche das Original (Präparat) gegenüber dem Beschauer einnahm (also nicht verkehrt, wie man es im Mikroskop sieht). In allen Fällen, wo zufolge des optischen Apparates eine Umkehrung des Bildes um 180 Grad gegenüber dem Originale (Präparat) erfolgt, muss also ein sogenanntes Umsetzen der Bilder stattfinden, d. h. es muss, wenn das mit dem rechtsseitigen Objective aufgenommene Bild auf der rechten, das mit dem linksseitigen Objective aufgenommene auf der linken Plattenhälfte aufgenommen wurde, die Papiercopie in der Mitte durchschnitten werden und das von der rechten Plattenhälfte copirte Bild um 180 Grad gedreht (aber umgekehrt) und rechts aufgeklebt, das von der linken Plattenhälfte copirte ebenfalls um 180 Grad gedreht und links aufgeklebt werden. Falls sich die richtige Distanz der Bilder von einander nicht nach dem Obigen von selbst ergiebt, klebe man ein Bild auf der entsprechenden Seite des Cartons auf und lege dann den Carton unter das Stereoskop, und suche durch Verschieben der zweiten noch trockenen Papiercopie die Stelle zu finden, wo die beiden Bilder bei geringster Accommodation der Augen zu einem einzigen plastischen Bilde zusammenfallen. Man markire diese Stelle mit Bleistift und klebe dann das Bild auf derselben auf. Bei entsprechendem Aufkleben werden die einander entsprechenden Punkte der beiden Bilder meist eine Distanz von ca. 6—7 cm haben.

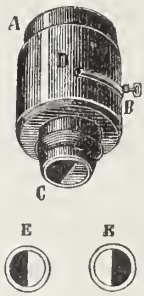


Fig. 113.

Ich glaube diese Art des Aufklebens am besten durch ein Beispiel aus der Landschaftsphotographie verständlich machen zu können. Wir nehmen an, es werde eine Landschaft — z. B. ein Dorf mit Kirche — stereoskopisch aufgenommen, und zwar mit Hilfe zweier

Objective und einer genügend langen Platte, um zwei nebeneinander entstehende Aufnahmen zu fassen. Auf der Visirscheibe erscheinen ebenso wie am Negativ beide Bilder verkehrt, d. h. die Kirchthurmspitze nach unten gerichtet. Copiren wir nun die Bilder auf Papier, um Positive zu bekommen, so müssen wir die erhaltenen Bilder umkehren, um sie in natürlicher Stellung zu sehen, wobei aber das vom rechten Objective aufgenommene zur linken Seite, das vom linken Objective aufgenommene zur rechten Seite zu stehen kommt. Würden wir die Bilder in dieser Lage ins Stereoskop bringen, so würde naturgemäss das rechte Auge das vom linken Objectiv erzeugte Bild erblicken und umgekehrt, wodurch ein stereoskopischer Effect unmöglich würde. Es müssen daher die beiden Bilder getrennt und das rechte nach links, das linke nach rechts gestellt und aufgeklebt werden.

Methode 2. Bei gewöhnlichen stereoskopischen Aufnahmen werden bekanntlich zwei Bilder eines Objectes $c$ von zwei beiläufig um Augendistanz entfernten Punkten $a$ und $b$ aus aufgenommen; wir würden aber selbstverständlich auch vom Punkte $a$ aus das gleiche Bild erhalten können, welches wir vom Punkte $b$ aus erhielten, wenn wir im Stande wären, das Object $c$ um eine auf der Ebene $abc$ senkrechte und durch $c$ hindurchgehende Achse um den $\sphericalangle abc$ in der Richtung gegen $a$ hin zu drehen.

Es ist dies ein Fall der, so unmöglich er in der Landschaftsphotographie ist, um so bequemer in unserem Falle durchgeführt werden kann, indem wir durch passende Einrichtung unsere Objecte leicht unter den oben angegebenen Bedingungen um einen bestimmten Winkel vor dem Objective drehen können.

Der Apparat, der diese Winkelstellung des Objectes zum Objective bewerkstelligt, ist die sogenannte Wippe, sie wurde zuerst von Benecke construirt und dann von Fritsch modificirt; das Wesentliche daran ist, dass der Objectträger nicht direct auf den Objecttisch, sondern auf eine Unterlage gelegt wird, die um eine zum Objecttisch parallele Achse drehbar ist. Aus einem leicht einzusehenden Grunde, nämlich um das Object beim Hinüberwippen aus der ersten in die zweite Stellung nicht aus dem Gesichtsfelde zu verlieren, ist es erstens nothwendig, dass die Drehungsachse genau durch die eingestellte Ebene des Objectes hindurchgeht, und zweitens, dass sie das Gesichtsfeld des betreffenden Objectives halbirt. Um diese Bedingungen leicht erreichen zu können, ist das auf dem Objecttisch fixirbare Untergestell $a$ der Wippe mittels einer zum Objecttisch

parallelen Schraube *f* auf demselben verschiebbar. Die Wippe, Fig. 114 u. 115, selbst trägt einen als eigentliche Unterlage der Objectträger dienenden Rahmen *d*, der mittels einer auf dem Objecttisch senkrechten Schraube *g* durch Drehung um die Achse *y* gehoben und gesenkt werden kann, um bei verschieden dicken Objectträgern die Ebene des Objectes genau in die Höhe der Drehungsachse *x* (s. o.) bringen zu können. Die Winkeldrehung der Wippe wird durch eine Stellschraube *e* herbeigeführt und die Grösse des Drehungswinkels ist durch einen Index am Theilkreis *h* ablesbar. Die Zapfen *bb* dienen zur Fixirung der Wippe in entsprechenden Löchern des Objecttisches; *mm* sind die Klemmfedern für den Objectträger, *nn* die Federn, die der Schraube *e* entgegenwirken.

Fig. 114.

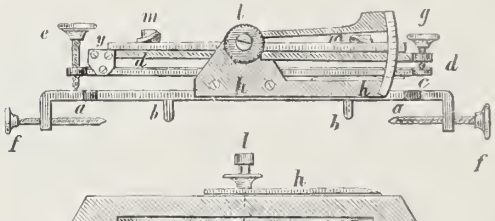
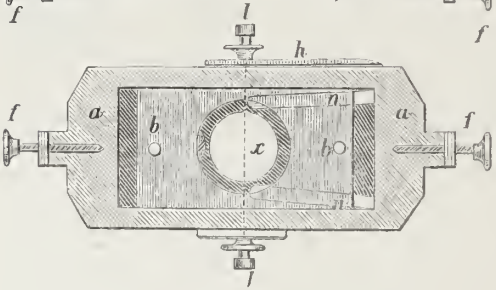



Fig. 115.




Um ein Präparat mit Hilfe der Wippe stereoskopisch aufzunehmen, wähle man einen Objectträger von gleicher Dicke als der das betreffende Präparat tragende und ziehe in seiner Mitte senkrecht auf die Längskanten einen Diamantstrich; nun befestigt man diesen Objectträger unter den Klammern auf der Wippe derart, dass der Diamantstrich dem Augenmasse nach möglichst gut mit der Achse *x* zusammenfällt. Durch Drehen der Schrauben *f* und *g* bringt man dann den Diamantstrich bei Anwendung eines mittelstarken Objectivsystemes genau in jene Lage, in der er das Gesichtsfeld des Systemes halbirt und dadurch, dass er mit der Achse *x* wirklich genau zusammenfällt, auch beim Hin- und Herwippen mittels der Schraube *e* immer an derselben Stelle und gleich scharf im Gesichtsfelde sichtbar ist. Wechselt man dann diesen Objectträger gegen den das Präparat tragenden aus (wählt eventuell zur Aufnahme ein schwächeres System), ohne an der Schraube *g* oder *f* zu rühren, so kann man nach richtiger Schiefstellung der Wippe mittels der Schraube *e* an die Einstellung des Bildes und weiter zur Aufnahme schreiten.

Der Winkel, um den das Object zwischen den beiden Aufnahmen gedreht wird, muss eine für jeden Fall passende Grösse haben. Eigentlich wäre es wohl das richtigste, jenen Winkel zu wählen, unter dem wir ein in Sehweite aufgestelltes Object mit unseren Augen sehen, also ein Winkel von ca. 17 Grad, doch erweist sich derselbe auch für sehr schwach vergrösserte Aufnahmen als zu gross. Man wird nach Benecke bei sehr schwachen Vergrösserungen einen Winkel von 12, bei mässig starken einen solchen von 7—8 Grad, und bei stärkeren einen solchen von 4—5 Grad anwenden; starke Objective können wegen ihrer zu geringen Focaldistanz überhaupt nicht angewandt werden. Obgleich diese Methode bessere Resultate liefert als die frühere, so hat sie doch den Uebelstand, dass man eigentlich immer nur für einen kleinen Theil des Gesichtsfeldes scharf einstellen kann. Da aber der nothwendige Drehungswinkel um so kleiner genommen werden kann, je stärker die Vergrösserung (je geringer also die Focustiefe) ist, so liefert dieser Apparat trotz des oben bemerkten Uebelstandes in fast allen Fällen genügende Bilder.

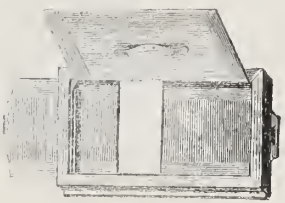


Fig. 116.

Auch hier ist es selbstverständlich nothwendig, die fertigen zwei Bilder so zu beschneiden, dass die aneinander stossenden Kanten parallel zu der Drehungsachse der Wippe liegen.

Sehr zweckmässig ist es und man erspart sich viele Mühe, wenn man zu stereoskopischen Aufnahmen über eine Cassette verfügt, wie sie jene Landschaftsphotographen verwenden, die mittels eines verschiebbaren Objectives, Stereoskop-Aufnahmen machen. Solche Cassetten, siehe Fig. 116, haben zwei Schieber, so dass man erst die eine, dann die andere Hälfte der Platte exponiren kann; hierbei wird in jenen Fällen, wo das Objectiv das Bild gegenüber dem Originale um 180 Grad gedreht zeichnet (wie dies bekanntlich bei allen gewöhnlichen photographischen Aufnahmen der Fall ist), mit dem dem rechten Auge entsprechenden Objective die linke, mit dem dem linken Auge entsprechenden Objective die rechte Plattenhälfte belichtet, und die copirten Bilder brauchen nicht auseinander geschnitten und umgesetzt zu werden.

Auch die Verstellbarkeit des rückwärtigen, die Visirscheibe tragenden Cameratheiles, um eine auf die optische Achse des Apparates senkrechte Achse, ist bei Aufnahmen mittels der Wippe von

Vortheil; es muss hierbei natürlich die Drehungsachse der Wippe mit der Drehungsachse des Camerahintertheiles parallel gestellt werden. Des gleichen Hilfsmittels bedient sich der Photograph, wenn er Gegenstände photographiren will, welche sehr nahe beim Apparate beginnend, sich in bedeutende Ferne erstrecken (Häuserfronten in Strassen etc.), wo er, um gleichmässige Bildschärfe zu erhalten, seine Visirscheibe derart dreht, dass sie dort, wo das Bild der näher gelegenen Objecte hinfällt, weiter vom Objectiv entfernt ist, als dort, wo sich das Bild der fernen Partien befindet; es ist ja bekannt, dass man die Visirscheibe beim Einstellen um so mehr vom Objectiv entfernen muss, je näher das Object gegen das Objectiv heranrückt.

Beim Gebrauche der Wippe haben wir nun den gleichen Fall, wie eben beschrieben: es liegt je nach der Neigung der Wippe einmal die eine Seite des Objectes, dann die andere näher am Objective als ihre benachbarte Hälfte. Wir können die daraus resultirende Unschärfe, wenn die Camera obige Einrichtung hat, durch entsprechendes Wippen des Cameraobertheiles verbessern; sie ganz beseitigen zu wollen, dürfte in den meisten Fällen ein zu starkes Wippen erfordern und dürfte hierdurch die Deckungsfähigkeit der Bilder im Stereoskope leiden.

Für gewöhnliche mikrophotographische Aufnahmen ist diese Beweglichkeit der Visirscheibe um eine auf die optische Achse des Apparates senkrechte Achse vollständig überflüssig, aber natürlich ebensowenig störend.

### B. Ein Apparat zur Herstellung von Momentmikrophotographien.[1])

Dort, wo es sich um die Aufnahme einzelner sich bewegender Objecte handelt — zum Unterschiede von solchen Präparaten, wo sich gleichzeitig eine grosse Menge zur Aufnahme tauglicher Objecte im Gesichtsfelde befindet (z. B. frische Blutkörperchen etc.) — genügt es nicht, durch rasche Exposition mittels eines Momentverschlusses ein scharfes Bild erzeugen zu wollen, sondern man muss vor Allem im Stande sein, bei schon vollständig zur Exposition bereitem Apparate denjenigen Zeitpunkt abzuwarten, wo das sich bewegende Object im Gesichtsfelde erscheint. Zu diesem Behufe ist es nöthig, dass zur

1) Phot Corresp. 1888, Bericht über die Plenarversammlung vom 6. März 1888, Seite 182 und S. 467. Dasselbe in Bull Soc. Belge d. Micr. 1888, t. XV, p. 4, auszugsweise im Journ. Roy. Micr. Soc. pro 1889, part 1, p. 129.

Zeit des Beobachtens das Object nur sehr mässig erleuchtet ist, so dass es weder von Hitze, noch von Helligkeit zu leiden hat; weiter ist es nöthig, dass das Beobachten an einem zweiten Tubus geschehen kann, während der Haupttubus in bekannter Weise mit der Camera verbunden ist. Letzterer Bedingung wurde schon von Nachet[1]) u. A. bei den der Momentphotographie dienen sollenden Apparaten Genüge geleistet; um aber auch die erstgenannte, gewiss nicht minder wichtige Bedingung zu erfüllen, hat Verfasser einen Apparat construirt, der allen Jenen von Vortheil sein dürfte, die sich in der, allerdings verhältnissmässig selten vorkommenden Nothwendigkeit befinden, Mikrophotographien lebender, respective sich bewegender Einzelorganismen zu machen. Die im Folgenden beschriebene Einrichtung kann bei jenen mikrophotographischen Apparaten angewendet werden, bei welchen Mikroskop und Camera nicht in fester Verbindung mit

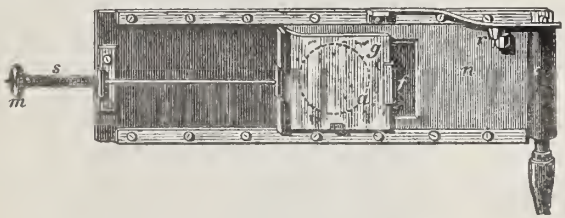



Fig. 117.

einander stehen. Eine solche feste Verbindung besteht, wie wir wissen, bei manchen kleineren mikrophotographischen Apparaten, die zum Aufsetzen auf den Tubus bestimmt sind. (Vergl. S. 50 u. 127.)

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei Momentverschlüssen, nennen wir sie *A* und *B*, von denen der eine *A* die Aufgabe hat, das Sonnenlicht während des „Beobachtens" derart zu dämpfen, dass das Object nur sehr mässig erleuchtet ist, um während der Aufnahme, und dann nur für einen Moment, dem directen Sonnenlichte den Zutritt zu gestatten. Der zweite Momentverschluss *B* ist im strengen Sinne des Wortes kein eigentlicher Momentverschluss, da er nur die Aufgabe hat, während des „Beobachtens" mittels eines auf einem Schieber angebrachten, total reflectirenden Prismas das vom Objecte kommende Licht in einen zweiten Tubus zu werfen, wo das Bild des Objectes ebenso wie bei Nachet's Apparat (s. o.) beobachtet werden kann. Im Momente der Exposition gleitet der

1) Vgl. Jahrbuch für Photographie für 1888, S. 311.

Schieber sammt dem Prisma zur Seite und gestattet dadurch dem vom Objective kommenden Lichte den Eintritt in die Camera.

Der Verschluss *A* (Fig. 117) ist ein etwas modificirter, gewöhnlicher Schieber-Momentverschluss, d. h. er ist ein auf passender Metall- oder Holzunterlage zwischen Führungen gleitender Schieber, der durch eine Spiralfeder *s* bewegt wird, welche mittels der Schraubenmutter *m* verschieden stark spannbar ist. Der Schieber trägt auf einer Seite einen kreisförmigen oder quadratischen Ausschnitt *a*, über welchen, in passendem Falze einschiebbar, ein oder mehrere entsprechend gewählte Glasplatten *g* (Milch- oder Rauchglas) befestigt werden können; diese Platten dienen zur erwähnten Dämpfung des Lichtes. Nach diesem Ausschnitte folgt ein offener Spalt *f* von 1—2 cm Breite (eventuell von veränderlicher Breite); der übrige

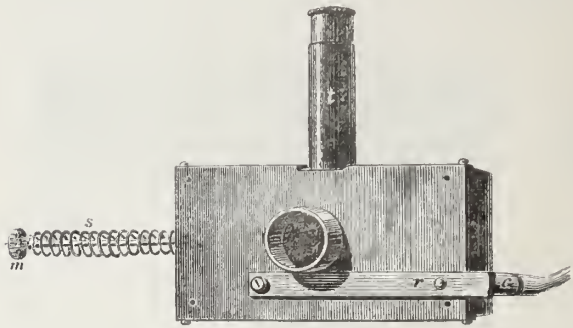



Fig. 118.

Theil *n* des Schiebers ist undurchbrochen. Weiters bedeutet in Fig. 117 *c* einen Cylinder mit Kolben, der die pneumatische Auslösung des Sperrhakens *r* bewirkt.

Der Träger des Schiebers, respective seine Bahn, besitzt in der Mitte eine kreisförmige Oeffnung von etwa 4—5 cm Durchmesser, welche, wenn der Verschluss gespannt ist, unter den Schieberausschnitt *a* zu liegen kommt; der Schieber selbst ist etwa $5^1/_2$—6 cm breit und circa 15 cm lang. Die Auslösung des Schiebers geschieht pneumatisch, indem der Kolben des Cylinders *c* die Feder mit dem Sperrhaken *r* hebt. Dieser Schieber wird ziemlich nahe unter der Blendenöffnung des Mikroskopes postirt, und zwar derart, dass der Mittelpunkt der Oeffnung des Schieberträgers beiläufig in der optischen Achse des Apparates liegt (s. Fig. 119).

Der Momentverschluss *B* (Fig. 118) kann ein Schieberverschluss sein (auch ein rotirender Scheibenverschluss wäre sehr brauchbar);

er besteht aus einem Metallkästchen, welches in seinem Inneren ein auf einem Schieber mittels Federkraft verschiebbares, total reflec-

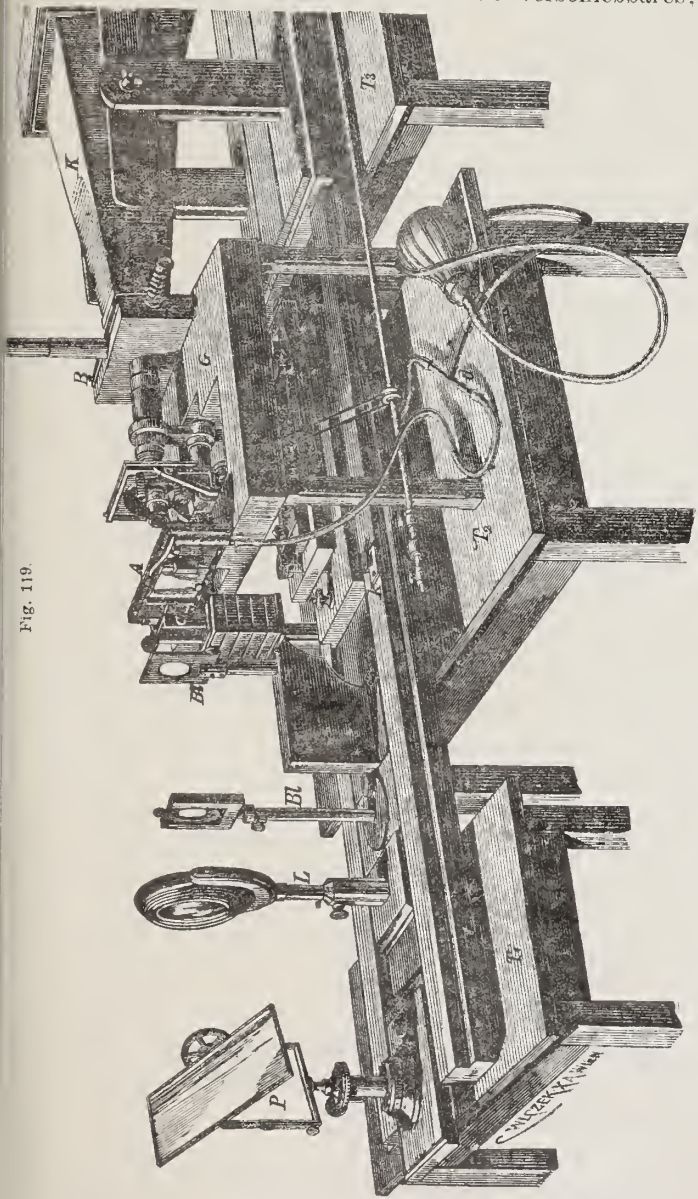



Fig. 119.

Ansicht des Gesammt-Instrumentariums.
*d* Dreiwegestück, *P* Planspiegel, *L* Sammellinse, *Bl* Blenden, *C* Cuvette, *K* Vordertheil der Camera, $T_1$ und $T_3$ Tische, auf denen das die Camera und die optische Bank tragende Brett aufliegt. $T_2$ Tisch, auf welchem der die Momentverschlüsse *A* und *B* tragende kleine Tisch *G* aufgestellt ist. *k* Stellschraube zur Regulirung der Spannung der der Einstellungs-Uebertragung dienenden Transmissionsschnur.

tirendes Prisma birgt. Das Prisma ist derart gestellt, dass es während des Beobachtens das vom Objective kommende Licht in den an der Oberseite des Kästchens befindlichen Tubus *t* wirft und hierbei

die hinter ihm befindliche zur Camera führende Oeffnung verschliesst. In dieser Oeffnung, sowie in jener auf der gegenüberliegenden Seite sind kurze Messingröhren eingelassen, welche zur leichteren lichtdichten Verbindung unseres Verschlusses mit dem Mikroskope[1]) einerseits und der Camera andererseits dienen.

Die Bewegung des das Prisma tragenden Schiebers geschieht hier wie beim Momentverschlusse *A* ebenfalls durch eine verschieden stark spannbare Spiralfeder *s*; die Auslösung ist ebenfalls eine pneumatische. Ist die Auslösung erfolgt, so schnellt der Schieber sammt dem Prisma zur Seite und der Lichtweg vom Tubus in die Camera ist offen. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben in Fig. 118 ist dieselbe wie in Fig. 117.

Um das Object beim Beobachten mittels des Oculars bei verschiedenem Balgauszug der Camera, der natürlich eine verschiedene Einstellung nöthig macht, scharf sehen zu können, habe ich die Linsen eines Oculars (Collectiv- und Augenlinse) derart fassen lassen, dass ihr Abstand nicht wie beim gewöhnlichen Ocular fix ist, sondern in bestimmten Grenzen variirt werden kann[2]); auf diese Weise erhalte ich durch entsprechende Stellung der beiden Linsen gegen einander (um so weiter von einander entfernt, je grösser der Balgauszug) natürlich nicht ganz ebene und auch mit etwas Farbensäumen umgebene, aber sonst genügend scharfe Bilder. Welcher Art die diesbezügliche „specielle Einrichtung" Nachet's ist, erfuhr ich trotz brieflicher Anfrage nicht; möglicherweise schaltet er eine Convexlinse zwischen Ocular und Objectiv ein.

Es handelt sich nun in der Praxis darum, die beiden Momentverschlüsse gleichzeitig auszulösen; es geschieht dies mittels eines Kautschukballens, von dem ein Schlauch abtritt, der sich mit Hilfe eines Dreiwegstückes *d* (s. Fig. 119) oder noch besser eines Dreiweghahnes in zwei Schläuche gabelt, die dann zu den Auslösungsvorrichtungen beider Verschlüsse führen.

Hier muss bemerkt werden, dass Vorsorge zu treffen ist, dass der Momentverschluss *B* entweder durch Erhöhung der Federspannung etwas rascher arbeitet, oder etwas früher ausgelöst wird, als der Verschluss *A*, damit die Lichtbahn schon geöffnet ist, wenn die momen-

1) Die Verbindung mit dem Mikroskope braucht nicht vollständig lichtdicht zu sein, es genügt, den erwähnten Rohransatz über das Tubusende heranzuschieben und ein Stückchen schwarzes Tuch über beide Theile zu legen.

2) Manche Mikrometeroculare bestehen aus zwei ineinander verschiebbaren Röhren und lassen sich dann zu gedachtem Zwecke verwenden. (Vergl. auch S. 30.)

tane Belichtung des Objectes während des Vorüberschiessens des Spaltes *f* auf dem Momentverschlusse *A* erfolgt. Wenn ein Dreiweghahn (s. o.) anstatt des einfachen Dreiwegstückes eingeschaltet ist, kann dieses Verhältniss bei gleicher Federspannung der beiden Verschlüsse, durch entsprechendes Stellen der Hähne herbeigeführt werden. Man überzeugt sich von der richtigen Function der Verschlüsse dadurch, dass man an der Mattscheibe beobachtet, ob beim „Losdrücken" eine momentane Erhellung des Gesichtsfeldes eintritt.

Die Verschlüsse müssen, um jede Erschütterung des Ganzen zu vermeiden, auf einem eigenen, auf separater Unterlage aufstehenden Tischchen oder Untersatze postirt werden (s. Fig. 114). Die Verbindung des Verschlusses *B* mit der Camera geschieht am besten mittels Tuchconus (siehe Fig. 40 u. 41) oder nach Zeiss'schem System (siehe Seite 35, Fig. 8).

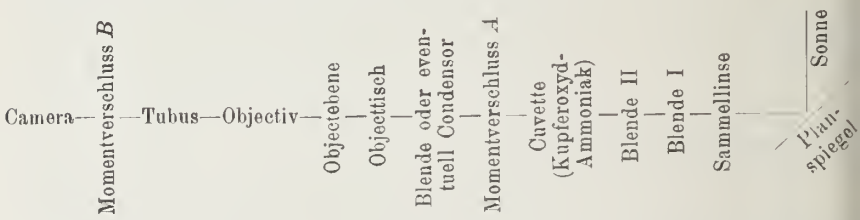
Um bei dieser Einrichtung einzustellen, werden, falls es sich um etwas grössere, bewegliche Objecte (z. B. Daphniden etc.) handelt, dieselben in Objectträgerzellen von genau entsprechender Höhe gebracht, welche ihnen zwischen Objectträger und Deckglas gerade noch genug Raum zur Bewegung geben, aber auch nicht mehr. Als Lichtquelle verwendet man zum Einstellen mit Kupferoxyd-Ammoniak oder Fehling'scher Lösung monochromatisch gemachtes Sonnenlicht, das man mittels Planspiegels auf die Objecte wirft; es ist dieses Licht hell genug zum Einstellen, ohne die Objecte zu belästigen; man zieht hierzu den Schieber des Momentverschlusses *A* auf, entfernt die Milchgläser aus dem Falze, so dass das Licht direct zum Objecte gelangt.

Bewegen sich die Objecte zu rasch, so dass das Einstellen nicht gelingen will, so stellt man auf eine in der Glaszelle befindliche Luftblase derart ein, dass der äusserste Rand scharf ist, dadurch hat man auf die Mitte des Hohlraumes zwischen Deckglas und Objectträger eingestellt.

Zur Exposition ist nun diese zum Einstellen genügende Lichtquelle nicht ausreichend, man muss noch eine Sammellinse (s. Fig. 119) von genügend grosser Oeffnung (mindestens 10 cm) einschalten und das Object beiläufig in den Brennpunkt der Linse bringen, oder wenn, wie dies meist der Fall ist, das Gesichtsfeld des Objectivs grösser ist als die derart erleuchtete Fläche, das Object im convergenten Theile des Lichtbüschels einschalten. Bei Verwendung einer Sammellinse von etwa 15 cm Brennweite habe ich bei dieser Art der Anordnung keine Interferenzerscheinungen erhalten. Ist die zu

erleuchtende Objectfläche kleiner (bei Anwendung stärkerer Systeme), so kann mit Vortheil neben der Sammellinse, die in diesem Falle aber keine zu kurze Brennweite haben sollte (wenigstens 30 cm), noch ein Condensor eingeschaltet werden. Selbstverständlich werden, ehe man an die Aufnahme schreitet, wieder die Milch- oder Rauchgläser in den Falz des Schiebers *A* eingeschaltet (mir genügt ein Milchglas von circa 2 mm Stärke.

Die Anordnung des Instrumentariums zum Behufe der Exposition ist im folgenden Schema ersichtlich gemacht.




Zum Einstellen wird, wie erwähnt, die Sammellinse entfernt und die richtige Einfallsrichtung des vom Planspiegel reflectirten Sonnenlichtes mit Hilfe der beiden centrirten Blenden (*Bl* in Fig. 119) controlirt, in welche zu diesem Behufe Blendungen von gleicher Oeffnung eingeschoben werden. Die richtige Stellung des Planspiegels ist, wie schon Seite 173 erwähnt (der Spiegel muss selbstverständlich in kurzen Intervallen dem scheinbaren Lauf der Sonne nachgedreht werden), dann erreicht, wenn das durch die erste Blende begrenzte Lichtbündel genau durch die Oeffnung der zweiten Blende hindurchtritt und also nirgends den Rand der zweiten Blendungsöffnung erhellt. In Fig. 119 ist jener Moment dargestellt, wo die Einstellung beendet und die Sammellinse schon eingeschaltet ist, aber die dem Planspiegel zugekehrte Blende noch nicht durch eine solche mit grösserer Oeffnung ersetzt wurde. Man wählt diese letztere Blendenöffnung von solcher Grösse, dass nur die Randzone des durch die Sammellinse entworfenen Lichtkegels abgeblendet wird und dass gleichzeitig der auf diese Weise scharf begrenzte Lichtkegel, so wie oben angegeben, knapp durch die zweite Blende hindurchgeht; letztere soll hierbei von ersterer mindestens in Distanz von 15 cm aufgestellt sein. Dieses Verhältniss ist, z. B. eine Sammellinse von 10 cm Oeffnung und 33 cm Brennweite vorausgesetzt, bei folgender Aufstellung erreicht: Blende I (s. obiges Schema) mit 70 mm Blendungsöffnung ist 62 mm von der Linse entfernt, Blende II mit 28 mm Oeffnung ist von der Linse 222 mm entfernt, Abstand der Blenden

untereinander somit 160 mm; es bleibt demnach zwischen der zweiten Blende und dem Brennpunkte der Linse, resp. der Objectebene, ein Raum von 108 mm, der zur Aufnahme der Cuvette und des Momentverschlusses *A* genügend ist.

Das Nachdrehen des Spiegels muss natürlich sorgsam gehandhabt werden und überzeuge man sich insbesondere kurz vor der beabsichtigten Exposition vom richtigen Stande des Spiegels, indem man nachsieht, ob der Rand der Blende II nicht vom Lichtkegel getroffen wird. Alle übrigen Vorbereitungen, wie insbesondere das Centriren der einzelnen Theile des Beleuchtungsapparates, geschehen in der bei Anfertigung gewöhnlicher Mikrophotographien üblichen Weise.

Die Expositionszeit betreffend, lässt sich wohl nichts Allgemeines sagen; für kleine Krebse (Daphniden) genügt, bei einer Vergrösserung von circa 100, eine solche von circa $^1/_{20}$ Secunde. Natürlich muss bei entsprechend stärkerer Vergrösserung, bei der selbstverständlich auch der von den Objecten in einer Zeiteinheit zurückgelegte Weg im selben Verhältnisse vergrössert wird, die Expositionszeit kürzer sein. Dass neben Anwendung einer entsprechend grossen Sammellinse sehr minimale Expositionszeiten genügend sein werden, dürfte ausser Zweifel stehen. Bei der obigen Zusammenstellung, bei Verwendung einer Linse von nur 10 cm Oeffnung sind bei der angegebenen Expositionszeit (circa $^1/_{20}$ Secunde) die Bilder vollständig genügend exponirt.

Eine ähnliche Construction, wie sie der französische Akademiker Marey seiner photographischen Flinte[1]) zu Grunde legte, könnte auch für mikrophotographische Zwecke herangezogen werden, um rasch hintereinander mehrere Aufnahmen von sich bewegenden Objecten zu machen; einfacher wäre dies Ziel noch zu erreichen, wenn man sich hierbei die von Janssen[2]) im Jahre 1882 erläuterte Einrichtung zu Nutze machte. Janssen fand nämlich, dass es nicht nöthig ist, dass die photographische Platte, wie dies bei der photographischen Flinte der Fall ist, in sehr kurzen Intervallen hinter dem Objectiv vorüberbewegt wird, im Momente der Exposition aber stets ruhig steht, sondern dass bei äusserst raschem Arbeiten des Momentverschlusses auch auf einer sich bewegenden Platte scharfe Bilder erhalten werden. Janssen sagt, dass es durch diese Anord-

1) Eder (2), Bd. I, S. 408.

2) Janssen, Bull. de l'Assoc. Belge de Phot. 1882, S. 295.

nung möglich ist, Bewegungsphänomene in einer sehr kurzen Zeit zu photographiren, z. B. eine Reihe von Bewegungen in Intervallen von nur $^1/_{100}$ Secunde. Wir hätten somit bei unserem obigen Moment-Apparate nur Vorsorge zu treffen, dass die empfindliche Platte durch eine dritte pneumatische Auslösung im selben Momente in rasche Bewegung (Rotation, Verschiebung oder freier Fall) versetzt wird. Weiters müsste der Momentverschluss unter dem Mikroskope nicht nur ein einziges Mal functioniren, sondern es müssten ungemein rasch hintereinander Belichtungen des Objectes folgen, was wohl am besten mittels einer rotirenden Scheibe zu erreichen wäre, die an ihrer Peripherie etwa 10—12 sectorförmige Oeffnungen trägt; eine Oeffnung, nämlich diejenige, welche im Anfange (vor der Auslösung) unter dem Objecte zu stehen kommt, müsste kreisförmig und wie bei dem oben beschriebenen Apparate mit Milchglas überdeckt sein.

Capranica[1]) construirte in neuester Zeit einen Apparat, welcher ebenfalls ermöglicht, mikrophotographische Momentaufnahmen eines Objectes in rascher Aufeinanderfolge anzufertigen.

Das wesentlichste an diesem Apparate sind die Cassetten. Die eine besteht aus einer rechteckigen Schachtel $20 \times 20$ cm und 5 cm Höhe. Ein Metallrad ist im Mittelpunkte der Schachtel angebracht, dasselbe wird durch ein Uhrwerk gedreht, welches ausserhalb an dem Deckel, d. h. an der rückwärtigen Seite der Schachtel angebracht ist. Das Uhrwerk ist mit einer Hemmvorrichtung versehen, welche pneumatisch ausgelöst werden kann. Auf dem Metallrad ist in ähnlicher Weise, wie dies bei der bekannten Stirn'schen Geheimcamera der Fall ist, die kreisförmige sensible Platte befestigt. Auf der vorderen Seite ist die Cassette mit einem Brettchen geschlossen, welches nur eine kreisförmige Oeffnung von 5 cm Durchmesser besitzt; diese Oeffnung ist analog der Objectivöffnung des Stirn'schen Apparates excentrisch angebracht, um die Möglichkeit zu geben, auf der sich drehenden Platte der Reihe nach sechs Aufnahmen zu machen. Am unteren Theil der Camera ist ein Momentverschluss angebracht, der dem der Stirn'schen Camera ähnlich ist, also aus einer rotirenden, mit einer peripheren Oeffnung versehenen Scheibe besteht, die durch eine Uhrfeder gedreht wird und bei jeder Aus-

1) Vorläufige Notiz in der R. Acad. dei Lincei in Rom, 18. März 1888. Dasselbe in Zeitschr. f. wiss. Mikrosk., Bd. V, p. 228. — Journ. de Microgr. t. XII, p. 227. — Journ. R. Microscop. Soc. pro 1888, part. 4, pag. 651.

lösung eine Umdrehung macht. Ist die Einstellung geschehen, so können durch aufeinanderfolgendes Auslösen der Drehvorrichtung der Platte und des Momentverschlusses rasch hintereinander sechs Aufnahmen gemacht werden, ohne das Auge vom Beobachtungsocular zu entfernen.

Den Mangel dieses Apparates, dass hintereinander nur sechs Aufnahmen möglich sind, beseitigt Capranica durch Einführung von lichtempfindlichem Papier anstatt der kreisrunden empfindlichen Glasplatte. Er construirte deshalb eine zweite Cassette, welche nach Art der Eastman'schen gebaut ist, nur mit dem Unterschiede, dass die Abwicklung des Papieres durch ein Uhrwerk vollzogen wird, welches pneumatisch auslösbar ist. Bei dieser Art von Cassetten ist das lichtempfindliche Papier (Eastman-Papier), welches dieselbe Empfindlichkeit wie gute Bromsilbergelatine-Trockenplatten besitzt, auf einer Rolle aufgewickelt und wird durch Drehen einer zweiten Rolle auf der letzteren aufgewickelt. Das derart zwischen den beiden, in passender Distanz befindlichen Rollen ausgespannte Papier vertritt hier die photographische Platte. Bei Capranica's Cassette wickelt sich nach jeder Auslösung von dem circa 9 cm breiten Streifen ein 9 cm langes Stück ab. Die Abwicklung von der einen Rolle, respective die Aufwicklung des Papieres auf der zweiten braucht nur $^1/_{10}$ Secunde Zeit; der Momentverschluss gestattet, wenn nöthig, eine Belichtung von nur $^1/_{200}$ Secunde. Man ist somit im Stande, mit Hilfe dieses Apparates in sehr rascher Folge Aufnahmen zu machen.

### C. Mikrophotographische Aufnahmen mit polarisirtem und mit spektroskopisch zerlegtem Lichte.

#### 1. Aufnahmen im polarisirten Lichte.

Zur Aufnahme im polarisirten Lichte soll sich nach Mittheilung des Herrn Professors Toula insbesondere das mineralogisch-petrographische Stativ Reichert's, Fig. 120, eignen.

Dasselbe ist nach Angabe des Directors am petrographischen Institut der k. k. Universität in Wien, Herrn Hofrath Prof. Tschermak, construirt und ist mit drehbarem, in 360 Grade getheilte Objecttische, ferner mit Hohl- und Planspiegel, derselbe nach beiden Seiten und in der Höhe verstellbar, versehen. Die grobe Einstellung geschieht durch Zahn und Trieb, die feine durch Mikrometerschraube mit Theilung. Der Polariseur, sowie die Cylinderblendung sind mittels Trieb in der Höhe verstellbar und an einem drehbaren Arme

unterhalb des Tisches angebracht, um ein rasches Wechseln zwischen polarisirtem und nicht polarisirtem Licht zu ermöglichen. Der Analyseur mit einem in 360 Grade getheilten Kreisbogen befindet sich über dem Oculare und kann, ohne dass das Ocular gewechselt wird, aufgesetzt und entfernt werden. Der polarisirende Nicol ist leicht drehbar. Die vier Quadranten der Drehung werden durch Einspringen eines federnden Zahnes markirt. Damit das Fadenkreuzocular im constanten Verhältniss zum Theilkreise bleibt, ist an demselben ein Zapfen angebracht. Auch eine Vorrichtung, um die Systeme genau zu centriren, ist vorhanden. Nicole mit grossem Sehfelde, Quarzplatte zum Einlegen. Objecttischfläche zur leichten Orientirung bekannter Präparate mit zwei im rechten Winkel zu einander stehenden Millimetertheilungen, Condensor zur Beobachtung der Achsenbilder von Mineralschliffen. Obendrein ist noch ein Bertrand'scher Condensor mit grösserem Oeffnungswinkel und einer Vorrichtung im Tubus zur Vergrösserung der Achsenbilder vorhanden. Der untere Nicol besitzt einen Theilkreis, der Auszug Zahn und

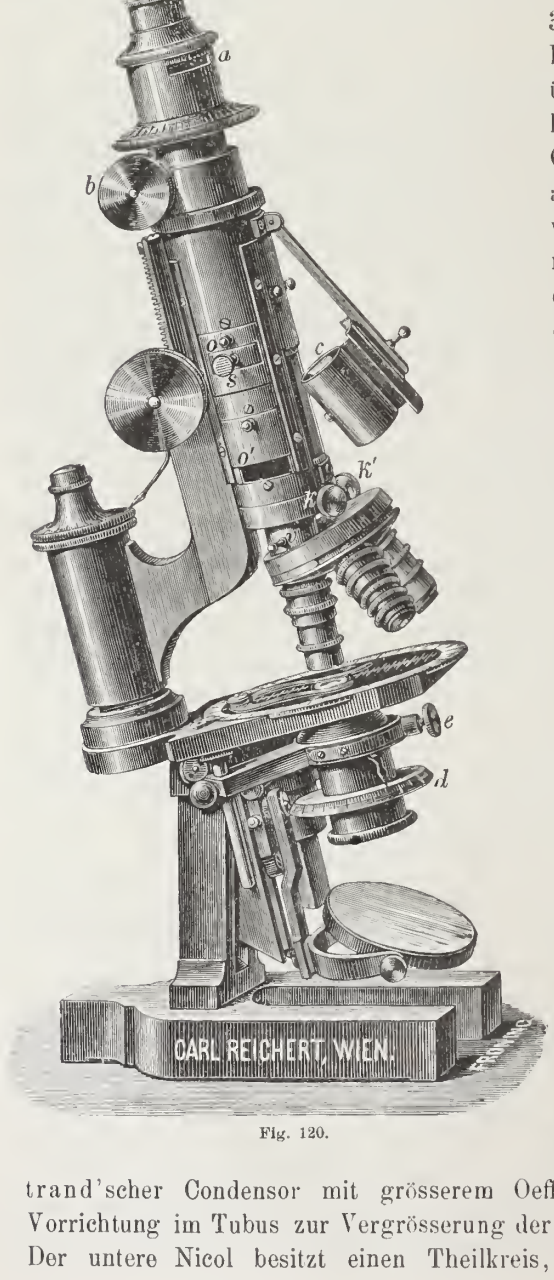



Fig. 120.

Trieb. Der Nicol *c* kann leicht, ohne dass an der Einstellung des Instrumentes etwas geändert wird, ein- und ausgeschaltet werden und gestattet, da er an kein specielles Ocular gebunden ist, eine vielseitigere Anwendung derselben. Die Oeffnung *o'* am Tubus dient zur Aufnahme einer Quarzplatte, diejenige von *a* eines Quarzkeiles, und schliesslich diejenige von *s* einer Linse, welche zur Vergrösserung der durch das Objectiv erzeugten Achsenbilder dient. Dieselbe ist in ihrer Brennweite so eingerichtet, dass, wenn von paralleler zur divergenten Beleuchtung übergegangen werden soll, nur nothwendig ist, dieselbe in die Oeffnung *s* einzuschieben und das Ocular mittels des am Tubus angebrachten Zahn und Triebes auf die deutliche Sehschärfe einzustellen.

Derartige mikrophotographische Aufnahmen im polarisirten Lichte können bei Sonnenlicht oder kräftigen künstlichen Lichtquellen gemacht werden; auch die Einstellung geschieht hierbei im polarisirten Lichte. Bemerkt mag an dieser Stelle werden, dass es insbesondere Aufnahmen von petrographischen Objecten waren, welche theils bei Aufnahmen im polarisirten, theils im unpolarisirten Lichte zuweilen Schwierigkeiten bei Benutzung von Bromsilbergelatine-Trockenplatten machten, so dass, wie mir Herr Director Eder mittheilte, in vielen Fällen das nasse Collodionverfahren angewandt werden musste. Manche derartige Objecte gaben hingegen wieder mit Trockenplatten bessere Resultate.

### 2. Aufnahmen unter Anwendung des Spectroskopes.

Zeiss sagt hierüber in seinem Specialcatalog Folgendes: „Das für mikrophotographische Zwecke zu verwendende Spectroskop hat zunächst insofern eine Modification zu erfahren, als die beiden Ocularlinsen des gewöhnlichen Mikrospectroskopes gegen diejenigen eines Projections-Oculars 2 zu vertauschen sind. Das auf diese Weise für mikrophotographische Zwecke modificirte Mikrospectroskop wird an die Stelle des gewöhnlichen Projections-Oculars eingesetzt, nachdem mit diesem vorher das Bild des Objectes, dessen Spectrum aufgenommen werden soll, auf die Platte projicirt worden war. Es wird nun zunächst das zum Mikrospectroskop gehörige Amici'sche Prisma entfernt und mittels der oberen Linse des Projections-Spectral-Oculars ein scharfes Bild des Spaltes auf der Platte entworfen; innerhalb dieses Spaltbildes befindet sich dann, gleichfalls scharf, das Bild des Objectes, um dessen Spectrum es sich handelt. Dieses wird durch Verengerung und Verkürzung des Spaltes so einge-

schlossen, dass es gerade die ganze Spaltöffnung ausfüllt. Hierauf wird dann das Amici'sche Prisma vor die Linse des Projections-Oculars gebracht, welche nun bloss von demjenigen Theil des Präparates Licht empfängt, dessen Spectrum aufgenommen werden soll. — Derartige Arbeiten werden wohl kaum anders als mit direktem Sonnenlichte möglich sein."

### D. Methode der Aufnahme der Anlauffarben von Eisenflächen nach Professor Wedding.

Professor Wedding[1]) beobachtete, dass die Mikrostructur einer angelaufenen polirten Eisenfläche viel deutlicher sichtbar wird, wenn diese Fläche schräg zur optischen Achse, Fig. 121—122, des Mikroskopes gerichtet ist (vergl. S. 87); auf diese Erfahrung basirte er folgende Methode der Aufnahme:

Man lege das Object auf den Tisch des Mikroskops und stelle es — bei Tagesbeleuchtung — zunächst in der Nähe des Fensters auf. Nachdem das durch Klemmfedern festgehaltene Object erst nahe durch die grobe Einstellung, alsdann scharf durch die Mikrometerschraube eingestellt worden ist, wird bei Untersuchung mittels der Wedding'schen Methode der Tisch des Mikroskops so lange schräg gegen die optische Achse geneigt, bis das Object unter den Anlauffarben erscheint.

Es ist leicht erklärlich, dass eine photographische Aufnahme des sichtbaren Theiles der Eisenfläche in dieser Schrägstellung sowohl die näheren wie die entfernteren Partien ganz undeutlich und dass die Photographie nur eine einzige, quer über das Gesichtsbild gehende Linie der Fläche deutlich wiedergeben würde. Demzufolge haben wir, um den Tisch rechtwinklig zur Achse des Mikroskops zu lassen und trotzdem das Object unter schräg auffallendem reflectirten Licht beobachten und photographiren zu können, folgende Einrichtung an unserem Apparate getroffen: Zwischen dem Objecte und dem Objective des Mikroskops befindet sich ein planparalleles Glas, welches unter einem Winkel von 45 Grad zur Achse des Mikroskops geneigt ist. Durch dieses Glas sieht man hindurch, wenn das Mikroskop eingestellt wird, dagegen dirigirt man auf die vordere Fläche der Glasplatte Licht, am besten das oben beschriebene Zirkonlicht, derartig, dass die farbige Stahlfläche wieder unter ihrer eigenthümlichen Beleuchtung erscheint. Nunmehr wird das Ocular des Mikroskops ent-

1) Siehe u. A.: Eder, (3) pro 1889, Seite 275.

fernt, die Verbindung der Camera und dem horizontal gelegten Mikroskop hergestellt und mit Hilfe der bereits erwähnten Mikro-

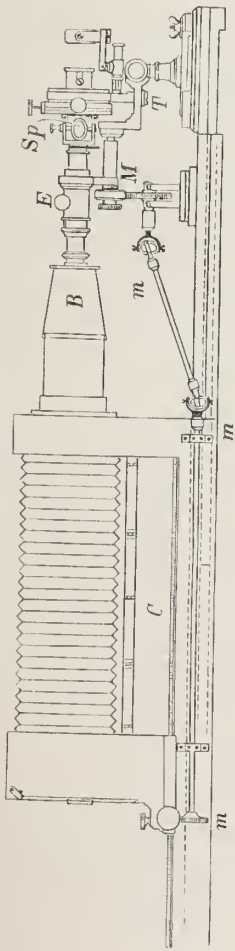



Fig. 121.

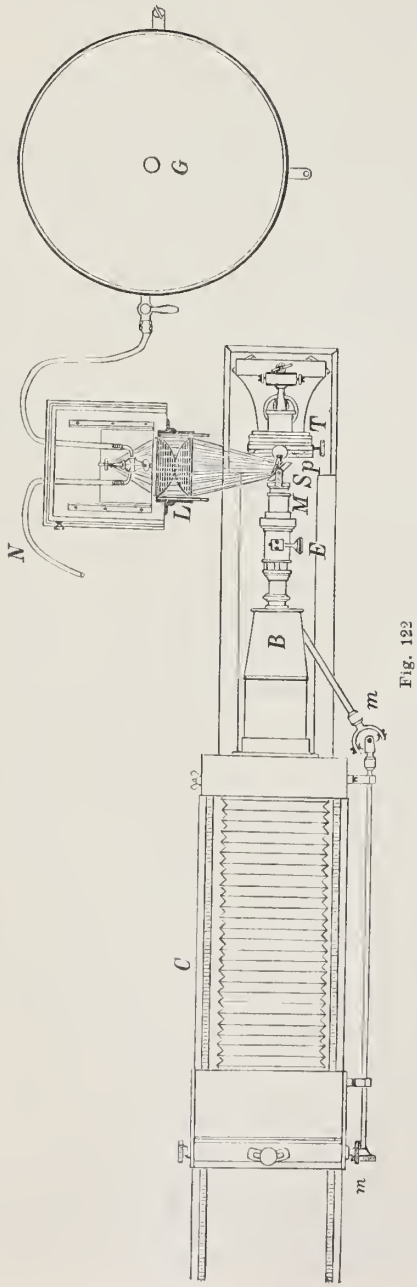



Fig. 122

CAMERA CLUB LIBRARY

meterschraube das farbige Bild scharf auf die matte Scheibe eingestellt. Hierauf erfolgt die Herstellung der Photographie wie gewöhnlich. Die Camera ist zur Aufnahme von Photographien in verschiedenen Vergrösserungen aus- und einziehbar.

In Fig. 121 und 122 ist *C* die photographische Camera, *M* das umgelegte Mikroskop ohne Ocular, aber mit Linsensystem, *T* der Tisch, auf welchem das Object festgeklemmt wird, *B* das leicht verschiebbare Verbindungsstück zwischen Mikroskop und Camera, *E* die grobe, *m* die Mikrometer-Einstellung, *L* die eiserne Laterne mit Beleuchtungslinse und dem Zirkonbrenner, *G* das Sauerstoffgasometer, *N* die Schlauchverbindung mit dem Leuchtgas und *Sp* der auf das Linsensystem aufgesteckte unbelegte Spiegel.

## X. Wünschenswerthe Eigenschaften der zu mikrophotographirenden Präparate.

Wer schon einmal getrachtet hat, eine bestimmte Stelle eines für oculare Beobachtung recht guten Präparates, zum Zwecke der mikrophotographischen Aufnahme, auszuwählen, wird sich überzeugt haben, dass dies eine ungemein schwierige Aufgabe ist, da selten an einer Stelle des Präparates alles das gleichzeitig gut zu sehen ist, was man im Bilde aufgenommen haben möchte. Das Auge combinirt eben aus verschiedenen Stellen des Präparates das an den betreffenden Einzelpartien gut Ausgeprägte zu einem Gesammtbilde, was aber die photographische Aufnahme naturgemäss nicht im Stande ist. Wenn es schon schwer hält, eine für oculare Beobachtung günstige Stelle zu finden, die möglichst alles das zeigt, was man im fertigen Bilde zu sehen wünscht, so wird die Schwierigkeit noch bedeutend vergrössert, wenn man die Stelle mit dem kritischen Auge des Mikrophotographen mustert. Einestheils zeigt sich oft, dass Fremdkörper ins Einbettungsmittel oder in den Schnitt gelangt sind, die das Auge kaum bemerkt, weil wir gewöhnt sind, solche Dinge zu ignoriren; oder wir müssen, um die verschiedenen Theile des Gesichtsfeldes scharf zu sehen, die Einstellung ändern, ein Zeichen, dass unser Object nicht vollständig eben liegt. In der Photographie würden natürlich die nicht scharf eingestellten Partien unscharf erscheinen, da wir, insbesondere bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen, nur auf eine ganz bestimmte Ebene scharf einstellen können. Auch ungleichmässige Tinction ist ein Fehler, der oft recht störend auf-auftreten kann.

Um den erstgenannten Fehler hintanzuhalten, müssen alle zur Präparation verwendeten Präparate von tadelloser Reinheit sein, auch ist bei der Herstellung der Präparate besonders darauf zu achten, dass sich keine Luftblasen einschleichen.

Hinsichtlich des nächstangeführten Erfordernisses muss besonderes Gewicht auf möglichste Gleichmässigkeit und Zartheit der Schnittpräparate gelegt werden; ferner müssen die von Mikrotome kommenden, in der üblichen Weise am Objectträger aufzuklebenden Schnitte mit einem sehr zarten Pinsel an den Objectträger angedrückt werden.

Unter allen Umständen ist es von grossem Vortheil, nach dem Einschliessen das Präparat für einige Zeit unter ein Compressorium zu legen; sind mehrere Schnitte unter demselben Deckglase, so würde bei der Elasticität des Deckgläschens durch ein gewöhnliches Compressorium, welches meist nur auf einen kleinen Theil des Deckglases drückt, ein ungenügender Effect erzielt werden, man lege darum auf das Deckgläschen ein fast ebenso grosses Täfelchen aus stärkerem Glase und lasse erst auf dieses den Druck des Compressoriums wirken.

Die Tinction der Präparate betreffend ist es wünschenswerth. denselben hierbei jenen Grad von Färbungsintensität zu geben, welcher einestheils einen genügenden Contrast vom Hintergrunde schafft, anderentheils nicht so gross ist, dass alle Details im tingirten Theile verdeckt sind und dieser in der Photographie nur als gleichmässig dunkle Partie auf hellerem Grunde erscheint. Die Erfüllung dieser Bedingung ist durch die bekannte Empfindlichkeit der gewöhnlichen photographischen Platte für den blauen und violetten Theil des Spectrums, gegenüber ihrer hohen Unempfindlichkeit für rothe, gelbe und grüne Strahlen erschwert; denn eine für das Auge ganz richtig abgestimmte Tinction ist es oft nicht für unseren Zweck. Nachdem die Mikroskopiker schwer zu bewegen sein werden, die von ihnen für passend befundenen Färbemittel durch andere, nämlich rothe, braune oder grüne, zu ersetzen, beschränke ich mich hier darauf aufmerksam zu machen, dass die Tinction, wenn sie mit einem Farbstoff von chemisch wirksamer Farbe geschieht, möglichst intensiv, im gegentheiligen Falle aber schwächer gewählt werden muss. Einen annähernden Begriff von der chemischen Wirksamkeit einer Farbe kann man in Ermangelung eines Spectralapparates dadurch erhalten, wenn man ein derart gefärbtes Präparat in (mittels Kupferoxydammoniak oder Fehling'scher Lösung) monochrom gemachtem blauen

Lichte im Mikroskop betrachtet; je nachdem in diesem Lichte sich das Präparat mehr oder weniger dunkel vom blauen Hintergrunde abhebt, hat man einen Anhaltspunkt für die geringere oder grössere Actinität der Farbe des verwendeten Tinctionsmittels.

Im Allgemeinen wird man auch von Präparaten, die hinsichtlich der Färbungsintensität nicht ganz tadellos sind, durch passende Wahl der Lichtquelle und Expositionszeit meist gute Bilder erhalten. Es werden nämlich dunkel tingirte Präparate zweckmässiger bei intensiverem Lichte und umgekehrt zu licht tingirte bei schwächerem Lichte photographirt. Ferner thut man gut daran, dunkle Präparate zu überexponiren, während hellere Präparate bei kürzerer Expositionszeit und darauf folgender Verstärkung der Matrize bessere Resultate geben.

Sollte die photographische Aufnahme trotz alledem, sei es wegen ungünstiger Tinction, oder Doppelfärbung oder dergl., nicht nach Wunsch ausfallen, so brauchen wir nur zur orthochromatischen Platte in Verbindung mit monochromer Beleuchtung zu greifen, um die Farbenabtönung des Originales, unbekümmert auf die Art der Farbe hinsichtlich der Intensität, fast vollständig richtig wiedergeben zu können.

Hinsichtlich der Färbung von Bacterien giebt Pfeiffer und Fränkel[1]) an, dass es sich principiell darum handelt, dass die Mikroorganismen als intensiv gefärbte Theile von den weniger intensiv oder gar nicht gefärbten übrigen Partien, dem sogenannten Untergrunde möglichst deulich abstechen. Am schwierigsten ist dieser Forderung dann gerecht zu werden, wenn neben den Bacterien auch die Gewebsverhältnisse in ihren charakteristischen Theilen bemerkbar werden sollen und also von vorneherein eine entsprechende tinctorelle Berücksichtigung erfahren müssen. Im Wesentlichen wird sich die Färbung freilich darauf beschränken, ausser den Mikroorganismen die Kerne deutlich zu machen, da eine weitergehende Durchfärbung des Gewebes mit dem eben aufgestellten Principe schwer vereinbar, d. h. nur auf Kosten der Schärfe und Deutlichkeit der Bacterien zu erreichen ist.

Als sehr geeignet empfehlen die genannten Herren die gewöhnliche Färbung mit Anilinfarben, die einfache Deckglasfärbung und die Weigert'sche Kernfärbung für Schnitte, während die complicirteren Methoden, z. B. die Gram'sche, weniger geeignet seien.

1) Mikrophotographischer Atlas der Bacterienkunde, Heft 1.

Als besonders günstig, wegen der hiermit zu erreichenden Intensität und des satten energischen Tones, empfehlen die Genannten als Tinctionsmittel vor allem Fuchsin und Gentiana (Methyl-) Violett.

## XI. Art der Entstehung des Bildes bei ungefärbten und bei gefärbten Präparaten, mit Hinweis auf die Methode zur Erzielung von Contrasten im Bilde.

Bei ungefärbten Präparaten, wofür uns als Beispiel die Schale einer Diatomee gelten mag, geschieht die Entstehung eines Bildes dadurch, dass das durch das Einschlussmedium und das Object hindurchfallende Licht, zufolge des ungleichen Brechungsindex dieser beiden Körper, zu Diffractionserscheinungen Anlass giebt, welche sich als Licht- und Schattenpartien auf der photographischen Platte abbilden. Naturgemäss werden mit Vergrösserung des Unterschiedes in den Brechungsindices des Einschlussmittels und des Objectes diese Diffractionserscheinungen verstärkt, und es gelingt somit, bei Verwendung von Einschlussmitteln mit sehr hohem Brechungsindex, wie z. B. Monobromnaphthalin, Phosphor, Brom-Arsen, Zinnchlorür etc. die Details eines ungefärbten Präparates, speciell einer Diatomeenschale, viel besser zur Geltung zu bringen, als dies in anderen Einschlussmitteln der Fall wäre. Wir bekommen auch in der Photographie von derartig eingebetteten Objecten viel brillantere Bilder, an denen sich die Details wie Streifensysteme und dergleichen stark vom Grunde abheben, als an ungünstig eingebetteten Objecten.

Anders ist es bei tingirten Präparaten; bei denselben treten die Unterschiede in der Lichtbrechung gegenüber der verschieden starken Absorption des durch die Präparate hindurchfallenden Lichtes weit zurück. Ob diese Absorption bei Anwendung von weissem Lichte und einer gewöhnlichen photographischen Platte geringer oder stärker zum Ausdrucke kommt, hängt natürlich erstens von der Intensität der Färbung ab, zweitens aber insbesondere davon, ob die betreffende zur Tinction verwendete Farbe gerade jenen Theil der Lichtstrahlen absorbirt, welcher auf eine gewöhnliche photographische Platte am meisten einwirkt; es sind dies eben die chemisch wirksamen Strahlen. Mit braunen Farbstoffen, insbesondere mit Bismarckbraun tingirte Präparate, werden, da diese Farbe nahezu kein actinisches Licht hindurchlässt, auch auf der gewöhnlichen, photographischen Platte mit grossen Contrasten erscheinen, d. h. es werden die tingirten Partien je nach der Intensität der Färbung am Negativ als glashelle oder schwach gefärbte Partien erscheinen.

Haben wir aber Präparate vor uns, welche mit anderen Farbstoffen, speciell mit solchen tingirt sind, welche einen grossen Theil chemisch wirksamen Lichtes hindurchlassen, so wird es uns kaum, oder nur durch überaus intensive Färbung gelingen, bei Anwendung weissen Lichtes in Verbindung mit einer gewöhnlichen photographischen Platte jenen Grad von Contrast zwischen den gefärbten und nicht gefärbten Partien am Negativ zu erreichen, welcher zur Herstellung einer guten Papiercopie nöthig ist. Wir müssen in einem solchen Falle den nöthigen Contrast dadurch herstellen, dass wir zur Beleuchtung des Objectes ein farbiges Licht verwenden, und zwar ein derart gefärbtes, dass die Tinctions-Farbe des Präparates dieses Licht möglichst vollständig absorbirt. Wie man sich mit Hilfe der Spectralanalyse überzeugen kann[1]), absorbiren die gewöhnlich in der mikroskopischen Technik angewandten Färbungsmittel, wie Gentianviolett, Fuchsin und Methylenblau, Licht aus der grün-gelben Zone des Spectrums (zwischen den Fraunhofer'schen Linien *D* und *E*). Wir sehen uns aus diesem Grunde genöthigt, ein Licht zur Beleuchtung derartig gefärbter Objecte zu verwenden, welches womöglich nur Strahlen aus dem grün-gelben Theile des Spectrums enthält. Wir erzielen ein derartiges Licht dadurch, dass wir zwischen einer weissen Lichtquelle und dem Objecte eine Cüvette einschalten, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt ist, die alle anderen Strahlen des Spectrums absorbirt und nur die grün-gelben hindurchlässt. Solche Flüssigkeiten sind, wie Seite 21 angegeben, das Zettnow'sche und das Eder'sche Lichtfilter. Da gewöhnliche photographische Platten auf solches grün-gelbes Licht nahezu gar nicht reagiren, müssen in allen solchen Fällen orthochromatische Platten zur Verwendung kommen.

Wie wir anderenorts besprochen haben, wird der Fehler der Focusdifferenz, der den meisten gewöhnlichen Mikroskop-Objecten in geringerem oder grösserem Masse anhaftet, durch Verwendung monochromen Lichtes behoben; da nun Licht, welches eine der oben

1) Man macht zu diesem Behufe photographische Aufnahmen mit Hilfe eines Spectrographen (s. J. M. Eder, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Bd 90. II. Abth. December 1884) und schaltet vor dem Spalte des Spectrographen die Lösungen der zu untersuchenden Farbstoffe ein. Man gewahrt dann in der Aufnahme des Spectrums Unterbrechungen, sog. Absorptions-Bande, die uns anzeigen, dass das an der betreffenden Stelle wirksam sein sollende Licht von der Farbstofflösung verschluckt wurde. Je nach der Lage, die diese Bande im Spectrum haben, erkennt man, welche Gattung von Licht durch die betreffende Lösung absorbirt wurde.

erwähnten Lösungen passirt hat, nahezu monochrom ist, erblicken wir in der Anwendung dieser Lichtfilter gleichzeitig einen zweiten Vortheil. In jenen oben besprochenen Fällen, in welchen Bismarckbraun zur Tinction verwendet wurde und wo wir bei Anwendung von Focusdifferenz freier Objective eigentlich kein Lichtfilter anzuwenden brauchen, werden wir, wenn andere Objective Verwendung finden sollen, aus den zur Genüge klargelegten Gründen zur Anwendung eines blauen Lichtfilters (Kupferoxydammoniak- oder Fehling'sche Lösung) greifen müssen. Wir können bei Verwendung einer dieser Lösungen entweder eine gewöhnliche oder eine orthochromatische Platte verwenden.

Weiter sei hier darauf hingewiesen, dass schwächer tingirte Präparate, da dieselben eben nur ein geringes Absorptionsvermögen besitzen, viel intensiver gefärbte Lichtfilter erheischen; man wird in solchen Fällen zu mehreren Centimeter dicken Schichten der concentrirten Lösungen greifen müssen. Hierdurch wird unter Anwendung grüner Lichtfilter, selbst unter Verwendung von Sonnenlicht, die Expositionszeit einige (2—4) Minuten betragen.

Insbesondere ist es bei Aufnahmen von Mikroorganismen nothwendig, dass sich diese von dem Untergrund, der hier wegen der sehr gebräuchlichen Färbung mit Gentianaviolett meistens grün sein wird, vollkommen schwarz abheben. Am günstigsten ist jene Concentration und Dicke der Lichtfilterschicht, bei welcher die Mikroorganismen sich eben noch vollkommen dunkel abheben; stärkere Concentration verlängert die Expositionszeit überflüssig.

Bemerkt muss hier werden, dass wir selbst bei Verwendung von Objectiven, welche keine Focusdifferenz besitzen (z. B. specielle mikrophotographische Objective oder Apochromate), insbesondere bei Verwendung von Sonnenlicht mit Vortheil monochrome Lichtfilter (grüne oder blaue, je nach der Tinction der Präparate) einschalten, um die Expositionszeit, welche sonst nur Bruchtheile einer Secunde beträgt, etwas zu verlängern und diese dadurch leichter und sicherer abschätzen zu können.

Weiter sei darauf aufmerksam gemacht, dass wir, wenn wir eine orthochromatische Platte zur Aufnahme verwenden, stets mit monochromem Lichte arbeiten müssen, um die bestmöglichsten Resultate zu erreichen. Es sei hier darum speciell auf diesen Punkt hingewiesen, weil viele Mikrophotographen, darunter auch Fränkel und Pfeiffer, der Einfachheit der Manipulation halber empfehlen, überhaupt nur mit orthochromatischen Platten zu arbeiten, und auch

solche Aufnahmen mit diesen Platten zu machen, die bei weissem oder blauem Lichte gemacht werden können. Der Grund, warum die Anwendung monochromen Lichtes bei Verwendung orthochromatischer Platten geboten erscheint, sei an dieser Stelle erörtert:

Selbst möglichst vollkommen achromatische Objective sind nicht im Stande, alle von den verschiedenen Farben des Spectrums naturgemäss in verschiedenen parallelen Ebenen entstehenden scharfen Bilder eines Objectes in ein und dieselben Ebene zu verlegen, sondern es werden nur die hellsten (für das Auge meist sichtbaren Strahlen) und die chemisch wirksamsten nach Möglichkeit zu einem Bilde vereinigt. Wir sehen daraus, dass neben jener Ebene, in welcher unsere Visirscheibe liegt und auf die wir durch das Einstellen die beiden Bilder der optisch und chemisch wirksamsten Strahlen verlegt haben, es noch Bilder anders gefärbter Strahlen giebt, die nicht genau in dieser Ebene, sondern in einer benachbarten zum scharfen Bilde zusammentreten; diese Strahlen erzeugen natürlich in der Ebene unserer Visirscheibe ein nur unscharfes Bild. Da nun aber die orthochromatische Platte auf die sogenannten chemisch wirksamen Strahlen in nahezu gleich intensiver Weise reagirt wie auf die chemisch minder wirksamen, so begreifen wir, dass sie auch auf das scharf eingestellte Bild unserer Einstellebene ebenso reagirt, als auf die in dieser Ebene unscharf eingestellten Bilder anders gefärbter Strahlen. Hierdurch erklärt es sich, warum wir bei Anwendung orthochromatischer Platten, nur bei Verwendung monochromen Lichtes absolut scharfe Bilder erhalten können.

## XII. Messung der Vergrösserung.

Ein nicht zu unterschätzender Vortheil der Mikrophotographie besteht in der leichten und ungemein genauen Berechnung der erzielten Vergrösserung. Auf dem fertigen Bilde kann man mit einem Zirkel oder Massstab die gewünschten Messungen vornehmen und ist sicher, vollkommen richtige Daten zu erhalten.

Die Vergrösserung bestimmt man ein für allemal für seine sämmtlichen Objective und Oculare, welche man in der Mikrophotographie in Verwendung bringen will, auf folgende einfache Weise: Man legt als Object ein Glas-Mikrometer (Objectivmikrometer oder im Ermangelungsfalle für nicht allzustarke Vergrösserungen auch ein Ocularmikrometer) auf den Objecttisch und stellt das betreffende Objectivsystem ohne Ocularbenutzung bei bestimmter Balg- oder Cameralänge auf die Theilung des Mikrometers scharf ein. Es

empfiehlt sich, hierzu womöglich 1 Meter Bildabstand, in dem auf Seite 34 erörterten Sinne genommen, anzuwenden.

Legen wir ein Papierstreifchen parallel neben die durch entsprechende Einstellung auf der Visirscheibe scharf sichtbare, vergrösserte Mikrometertheilung und markiren wir mit Bleistift genau die Distanz von 5 oder 10 Theilstrichen, so können wir durch Vergleichen mit einem Massstabe sofort die Stärke der Vergrösserung angeben. Angenommen wir finden, dass 10 Theilstriche des vergrösserten Mikrometers (1 mm in 100 Theile getheilt) auf der matten Scheibe, respective auf unserem Papierstreifen = 125 mm lang sind, so wissen wir, dass, nachdem $\frac{10}{100}$ Millimeter = 0,1 mm auf 125 mm vergrössert werden, die Vergrösserung 1250 beträgt, bei einem Bildabstand von 1 m.

Aus diesem Befunde, welchen wir natürlich sofort notiren werden, können wir auf die einfachste Weise für das betreffende Objectiv alle Vergrösserungen bei beliebigem Bildabstand berechnen. Wir brauchen uns nur zu vergegenwärtigen, dass die bilderzeugenden Lichtstrahlen einen Lichtkegel bilden, dessen Spitze nächst der Hinterlinse des Systemes liegt und dessen Basis die Visirscheibe ist; nach bekanntem geometrischen Lehrsatz verhalten sich die Durchmesser von zur Grundfläche parallelen Kegeldurchschnitten, wie ihre Abstände von der Kegelspitze (in unserem Falle die Bildabstände).

Haben wir somit im obigen Beispiele die Vergrösserung für 1 m Bilddistanz = 1250 gefunden, so wissen wir, dass bei halber Bilddistanz die Vergrösserung $\frac{1250}{2}$, bei ein Viertel Distanz = $\frac{1250}{4}$ ist u. s. w. Wir brauchen somit die für einen Meter Bilddistanz gefundene Vergrösserungsziffer nur mit der neuen Bilddistanz (ausgedrückt in Centimetern) zu multipliciren und das Resultat durch 100 zu dividiren. Im obigen Beispiele würde demnach die Vergrösserung bei einem Bildabstand von 59 cm betragen:

$$\frac{59 \times 1250}{100} = \frac{73750}{100} = 737{,}5.$$

Noch einfacher ist es vielleicht, sich in der Tabelle die Vergrösserung für 1 cm Balglänge zu notiren; im obigen Falle also $\frac{1250}{100} = 12{,}5$. Man braucht dann zur Berechnung der Vergrösserung für eine bestimmte Balglänge nur das Mass der Balglänge, in Centi-

metern ausgedrückt, mit dieser Zahl zu multipliciren. Im oben gegebenen Beispiele also $59 \times 12{,}5 = 737{,}5$.

Bei Benutzung eines Oculares haben wir ganz dieselben Messungen ein für allemal bei bestimmter Tubuslänge vorzunehmen, nur mit dem Unterschiede, dass wir hier als Bildabstand die Entfernung der Visirscheibe von der Hinterlinse des Oculares berechnen, da jetzt die Spitze des austretenden Lichtkegels in unmittelbarer Nähe dieser Ocularlinse liegt. Wir wählen dieselbe Bilddistanz wie früher, also einen Meter, und müssen den Balg also um die Tubuslänge weiter ausziehen, stellen wieder das Mikrometer scharf ein und messen die Vergrösserung ganz wie oben; hätten wir z. B. jetzt gefunden, dass 50 Theilstriche des Mikrometers auf 150 mm (resp. 100 Theilstriche auf 300 mm) Länge vergrössert werden, so wüssten wir, dass jetzt die Vergrösserung = 300 ist. Gleichzeitig sehen wir, falls wir vorerst nach der oben beschriebenen Methode festgestellt hätten, dass die Objectivvergrösserung allein, ohne Benutzung eines Oculares, gleich 100 sei, dass die Vergrösserung des Objectives durch die Einschaltung des betreffenden Oculares im Verhältniss von 300 : 100 gesteigert wurde, d. h. dieses Ocular erhöht die Eigenvergrösserung des Objectives um das dreifache.

Wir haben somit gar nicht nöthig, die Vergrösserung unserer übrigen Objective in Verbindung mit diesem Oculare empirisch zu ermitteln, sondern können durch Multiplication ihrer „Vergrösserungswerthe ohne Ocularbenutzung" mit dem Coëfficienten 3 die gewünschten Zahlen erhalten.

Bei den Zeiss'schen Projectionsocularen sind, ihrer Nummerirung entsprechend, diese Coëfficienten 2 und 4; doch ist es empfehlenswerth, diese Oculare doch in der oben angegebenen Weise zu prüfen, da kleine Differenzen vorkommen können. Man versäume aber bei ihrer Prüfung nicht, die richtige Tubuslänge (160 mm) anzuwenden und die richtige Einstellung des hinteren Ocularlinsen-Systems gegenüber der inneren Ocularblende (vergl. Seite 33) vorzunehmen.

Die Anlage von Vergrösserungstabellen ist sehr zu empfehlen, man bringt darin Horizontalrubriken für die einzelnen Objective sowohl allein, als unter Mitbenutzung von verschiedenen Ocularen an, und weiter Verticalrubriken für die Bildabstände in Intervallen von je 5 oder 10 cm.

Man ist hierdurch, wenn man ein gegebenes Object bei bestimmter Vergrösserung aufzunehmen wünscht, rasch orientirt, welche Objective hierzu verwendet werden können, sowie ob dieselben mit

oder ohne Ocular angewandt werden müssen und welche Länge des Balg-Auszuges von nöthen ist.

Auch folgende graphische Darstellung gestattet eine sehr bequeme Uebersicht über die zu verwendenden Objective. Man theilt zu diesem Behufe eine horizontale, etwa 25 cm lange Linie $ab$, die den verfüglichen Balzauszug vorstellt (z. B. 1 m), in 20 gleiche Theile, so dass jeder Theil einer Länge von 5 cm Balgauszug entspricht. Wir setzen die entsprechenden Ziffern (5, 10, 15, 100) zu den betreffenden Theilstrichen. In diesen Theilungspunkten werden Senkrechte auf $ab$ errichtet. Auf der im Punkte $b$ (Theilstrich 100) errichteten Senkrechten $bc$ werden nun wieder gleiche Theile, die eine gewisse Zahl von Einheiten der Vergrösserung vorstellen, aufgetragen, z. B. je 50 Einheiten, wir wählen einen solchen Theil, etwa 3—5 mm lang und setzen zu dem ersten Theilstrich oberhalb von $b$ die Zahl 50, neben den zweiten 100, neben den dritten 150 u. s. f. Wissen wir nun z. B., dass ein bestimmtes Objectiv bei 1 m Balgauszug ohne Ocularbenutzung eine Vergrösserung von 300 besitzt, so verzeichnen wir dieses Objectiv auf der so vorbereiteten Tabelle dadurch, dass wir den Punkt $a$ mit dem Punkte 300 auf der bei $b$ errichteten Verticalen verbinden. Diese Linie wird natürlich die im Punkte 50 der Linie $ab$ errichtete Senkrechte in der Höhe von 150 (dritte Horizontal-Linie ober $ab$) schneiden, was uns sagt, dass dieses Objectiv bei 50 cm Balglänge eine Vergrösserung von 150 giebt u. s. f. Werden nun alle zu Gebote stehenden Objective, hinsichtlich ihrer Vergrösserung in gleicher Weise, sowohl allein als bei verschiedener Ocularbenutzung in dieses Schema eingetragen, so ist uns nicht nur die Wahl des Objectives zur Erzielung einer bestimmten Vergrösserung sehr erleichtert, sondern wir sehen auch gleichzeitig, welchen Balgauszug wir im betreffenden Falle anwenden müssen. Ein Beispiel wird dies noch klarer machen: Wir wünschen ein Object, welches wir vorher eventuell gemessen haben, um bezüglich des zu verwendenden Plattenformates ins Reine zu kommen, bei 400facher Vergrösserung aufzunehmen, so brauchen wir nur die Horizontalzeile 400 in ihrer Länge zu verfolgen und nachzusehen, von welcher, die Objective vorstellenden Linien, dieselbe geschnitten wird. Wir finden z. B., dass die Objective 1 und 3 diese Höhe nicht erreichen, letzteres nur unter Benutzung von Ocular 4 (Balglänge 75). Das Objetiv 5 erreicht diese Höhe z. B. bei Balglänge 100 (Theilstrich 100 der Linie $ab$), mit Ocular 2 bei Balglänge 50 (Theilstrich 50 der Linie $ab$); mit Ocular 4 bei 25. Objectiv 6 schneidet hingegen die Horizontallinie 400 ohne Ocular-

benutzung schon beiläufig in den Verticalzeilen 60, mit Ocular 2 bei Zeile 30, mit Ocular 4 bei 15 etc.

Wir sehen daraus, dass wir von den erwähnten Objectiven No. 3 mit Ocular 4, No. 5 und 6 sowohl allein, als mit irgend einem Oculare, verwenden können. Es wird uns nun je nach der Schwierigkeit der Auflösung des betreffenden Objectes, und je nach der vollkommeneren oder geringeren Planheit desselben leicht sein, eine der betreffenden Combinationen zu wählen. Ist das Object schwieriger zu lösen, so wählen wir ein stärkeres Objectiv, z. B. 6 mit Ocular 2 (Balglänge 30), falls das Gesichtsfeld gross genug ist; ist hingegen das Object leicht zu lösen, aber nicht vollständig plan, so wählen wir entweder Objectiv 3 mit Ocular 4, oder noch besser Objectiv 5 ohne Ocularbenutzung (Balglänge 100).

Zum Schlusse muss nur noch bemerkt werden, dass bei Aufnahmen mittels solcher Objective, die mit Correctionsfassung versehen sind, in jedem einzelnen Falle bei gleicher Stellung des Correctionsringes die Vergrösserung gemessen werden muss, da dieselbe bei verschiedener Stellung der Correctionsfassung in weiten Grenzen wechselt. Desgleichen muss natürlich bei Benutzung irgend welcher Oculare der Tubusauszug stets gleich und zwar am besten = 160 mm genommen werden.

# Die photographische Praxis.

## I. Die Dunkelkammer.

Ehe wir zur Besprechung der einzelnen photographischen Operationen selbst übergehen, wollen wir das Locale, die sogenannte Dunkelkammer, kennen lernen, in welchen dieselben zum grössten Theile vollführt werden müssen, um die lichtempfindlichen Platten vor der Einwirkung auch nur der geringsten Spur Tageslichtes zu schützen. Hierzu dient ein womöglich nicht allzu kleiner, vollständig verfinsterbarer Raum, dessen Fenster zu diesem Behufe mit peinlicher Sorgfalt mit einer doppelten Lage starken braunen, sog. Packpapiers oder mit zwei Lagen mattschwarzen Papieres überklebt werden; auch ein oder zwei coulissenartige, genau passende Holzrahmen, die in, am Fenster durch Leisten hergestellte, Falze eingeschoben werden können, thun gute Dienste und bieten, wenn nöthig, den Vortheil,

dass das betreffende Zimmer nur im Bedarfsfalle zum Dunkelzimmer gemacht werden kann. Sehr zweckmässig ist es, wenn thunlich, ein Zimmer mit Stein- oder Asphaltboden zum Dunkelzimmer zu machen, da ein Holzboden durch zufälliges Verschütten von Lösungen oder dergleichen, schwer zu beseitigende Flecke bekommen kann. Als Einrichtung der Dunkelkammer ist vor allem ein Tisch nöthig, welcher sehr zweckmässig mit einer Lade versehen ist, und, um Raum zu sparen, zwischen den vier Füssen mehrere Fächer enthält, auf denen bequem Tassen zum Auswässern sowie für das Alaun- und

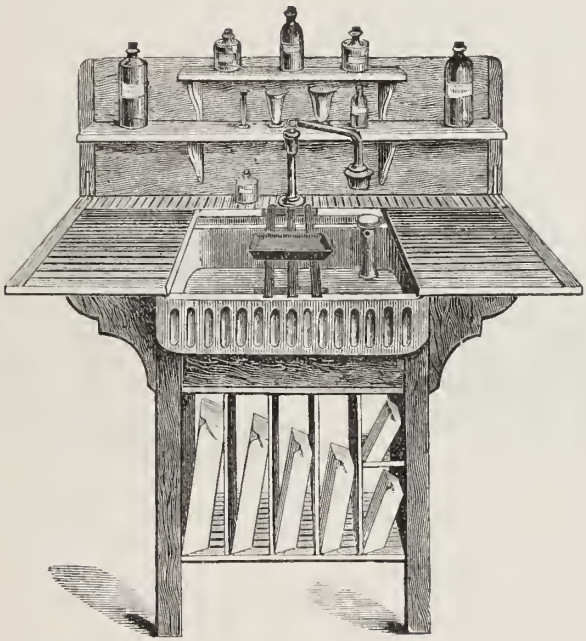


Fig. 123.

Fixirbad (s. u.) Platz finden können. Ueber dem Tische, der speciell zum Einlegen und Entwickeln der Platten dient, ist es zweckmässig, eine mehrfächerige Stellage anzubringen, welche die nöthigen Chemikalien trägt, sowie ein Reservoir für Wasser, am einfachsten aus einer am Boden mit Ausflussansatz (Tubulus) versehenen, mindestens 4 Liter fassenden Glasflasche. Letztere wird zur Verhinderung des Eindringens von Staub mit einem Kork verschlossen, der entweder von einer zweimal unter rechtem Winkel gebogenen Glasröhre (deren freies Ende also nach abwärts gerichtet ist), oder von einer mit Baumwolle gefüllten sog. Chlorcalcium-Röhre durchbohrt ist. Vom

Tubus der Flasche führt ein Kautschukschlauch, der mit einem Quetschhahne verschlossen ist, nach abwärts, bis an das Niveau des Tisches. Neben dem Tische muss noch ein Behältniss zur Aufnahme des Spülwassers etc. (Steingutgefäss, Holzschaff oder dergl.) Platz finden.

Eine ähnliche Einrichtung eines Tisches, zum Entwickeln der Platten, bildet Eder [(3) III. Theil, S. 194, Fig. 30] ab (s. Fig. 123).

Wenn Wasserleitung in der Dunkelkammer vorhanden ist, empfiehlt es sich, anstatt eines eigenen Entwicklungstisches unter dem Auslaufe der Leitung eine grosse mit Abflussrohr versehene Steingutwanne (s. Fig. 90) anzubringen und quer über dieselbe ein Brett

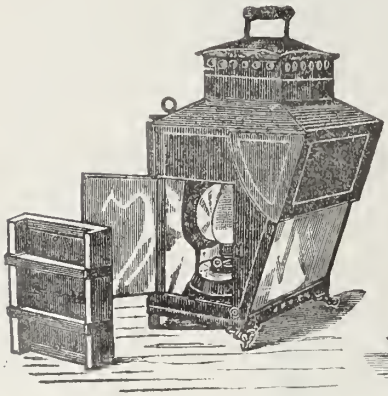


Fig. 124.

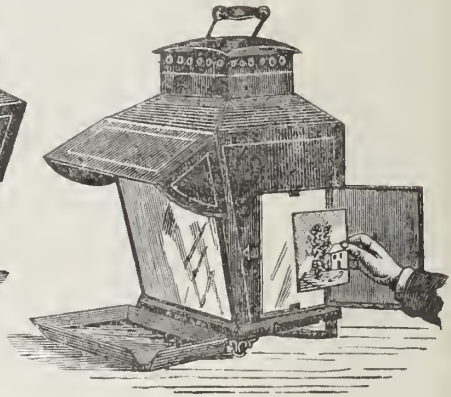


Fig. 125.

oder Holzgitter zu legen, auf welches die Tassen etc. gestellt werden können.

Das Dunkelzimmer darf bekanntlich bei den meisten photographischen Operationen nur mit rothem (in einzelnen Fällen auch mit gelbem) Lichte erleuchtet werden, es kann dies entweder durch Anbringung eines rubinrothen Fensters anstatt einer gewöhnlichen Fenstertafel erreicht werden, ungleich besser ist es aber speciell für Mikrophotographen, eine bezüglich ihrer Helligkeit constante Lichtquelle zu verwenden, da er bei einer solchen viel eher die richtige Dichte von Negativen etc. beurtheilen lernt, als bei einer bezüglich ihrer Intensität stets schwankenden Lichtquelle. Man wird deshalb zur Beleuchtung des Dunkelzimmers mit Vortheil eine künstliche Lichtquelle und zwar eine passende Lampe mit einer Umhüllung von rothem Glase verwenden. Von den vielen im Handel erhältlichen

derartigen Lampen möchte ich nur drei hervorheben, nämlich 1. die kleine amerikanische Laterne (s. Fig. 124 und 125), verbessert von Prof. Eder, mit doppelten mattrothen und gelben Scheiben[1]) und einer von aussen regulirbaren Petroleumlampe. 2. Die Petroleumlampe mit gewöhnlichem weissen und einem diesen umhüllenden rothen Cylinder, sowie mit dazu passendem Lampenschirme.[2]) Die letztgenannte Lampe dürfte für die meisten Fälle vollständig ausreichend sein; sie kann auch. entsprechend abgeändert, für Gasbeleuchtung eingerichtet werden.

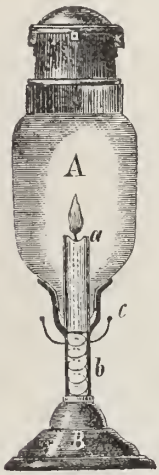



Fig. 126.

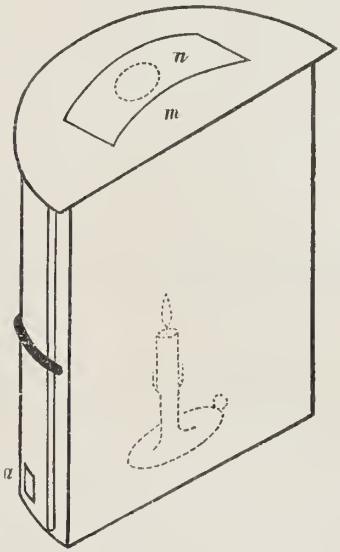



Fig. 127.

Recht zweckmässig, aber etwas lichtschwach, ist die einem Gartenleuchter nachgebildete Form der Dunkelkammer-Laterne (siehe Fig. 126), sie wird sowohl für gewöhnliches Kerzenlicht, als auch mit einer sogenannten Petroleumkerze ausgerüstet in den Handel gebracht.

Wer sich mit einer sehr billigen Lampe (s. Fig. 127) behelfen will, kann sich eine solche leicht selbst herstellen, indem er einen ca. 40 cm langen und 30—40 cm breiten Pappendeckel halbcylinderförmig zusammenbiegt und vorne die beiden freien Seiten mit rothem Cherrystoff[3]) verbindet. Oben legt man ein schwarzes Eisenblech *m*

1) u. A. bei A. Moll, Wien, Tuchlauben 9. Preisverzeichniss S. 23, Fig. 37.
2) u. A. bei A. Moll, Wien, Tuchlauben 9. Preisverzeichniss Fig. 34.
3) In allen Handlungen photographischer Bedarfsartikel käuflich.

auf, das über die Kanten des Pappendeckels und des Stoffes mindestens 2 cm hinausragt; das Blech muss einen genügend grossen Ausschnitt haben, um die Circulation der Luft zu ermöglichen, über den Ausschnitt legt man ein etwas dachförmig gebogenes Schwarzblech *n*. In den Pappendeckel macht man unten und hinten ebenfalls 1 bis 2 Oeffnungen (*a*), um der Luft Zutritt zu gestatten; natürlich muss die Lampe so gestellt werden, dass das aus diesen Oeffnungen (*a*) austretende Licht keinen Schaden thut. Aufstellen der Lampe auf ein grösseres mattschwarzes Papier ist zu empfehlen. In die Lampe stellt man einen niedrigen Leuchter mit Kerze oder eine kleine Petroleumlampe; man achte darauf, dass nirgends directes, von der Lichtquelle kommendes Licht aus der Lampe austritt.

## II. Das Verfahren mit Bromsilber-Gelatine-Trockenplatten.

### A. Herstellung von Bromsilbergelatine-Emulsion.

Wenngleich der Mikrophotograph sich wohl selten der immerhin ziemlich zeitraubenden Manipulation der Emulsionsbereitung und des Plattengiessens unterziehen wird, will ich es doch nicht versäumen, für denjenigen, der die Glasplatten seiner nicht mehr benöthigten Negative selbst neu präpariren möchte, eine diesbezügliche Methode beizufügen, die auch bei dem in der Emulsionsbereitung wenig Geübten gute Erfolge haben wird. Allerdings wird es kaum möglich sein, ohne ein Misslingen des Verfahrens befürchten zu müssen, bei Herstellung solcher geringer Quantitäten von Emulsion, wie sie der Mikrophotograph benöthigt, dieselbe Empfindlichkeit zu erreichen, wie sie die meist durch zweckmässige Mischung verschiedener Emulsionen hergestellten Platten des Handels (ca. 20—23 Grad Warnerke) aufweisen.

Hier sei bemerkt, dass man zum Messen der Empfindlichkeit der Platten fast allgemein das Warnerke'sche Sensitometer (Fig. 128 und 129) benutzt, welches im Aussehen einer photographischen Cassette ähnelt, und darauf beruht, dass eine Normal-Lichtquelle (eine durch Abbrennen von $2^1/_2$ cm Magnesiumband leuchtend gemachte, phosphorescirende Platte) durch Schichten von verschiedenen Durchsichtigkeitsgraden auf die zu prüfende Platte durch 30 Sekunden einwirkt. Die einzelnen Schichten sind mit ganz undurchsichtigen Zahlen von 1—25 nummerirt, und man nennt als Empfindlichkeitsziffer die höchste Zahl, welche noch mit Bestimmtheit auf der belichteten und hierauf entwickelten Platte ablesbar ist. In Fig. 128

und 129 bedeutet *A* den Rahmen der Cassette, *D* den Expositionsschieber, *C* die Sensitometerplatte. Die zu untersuchende Platte wird unter den Deckel *E* auf die Sensitometerplatte *C* gelegt; die leuchtende Platte wird auf der anderen Seite der Sensitometerplatte auf den Falz *a* gelegt und dann ebenfalls ein Deckel darüber gelegt, der durch eine Feder, ähnlich der bei *e* befindlichen, angepresst wird.

Bei Herstellung von Gelatine-Emulsionen ist nicht nur die peinlichste Genauigkeit in den in den einzelnen Recepten angegebenen Gewichts- und Temperaturverhältnissen, sondern auch die vollständige chemische Reinheit aller zu verwendenden Präparate dringend geboten.

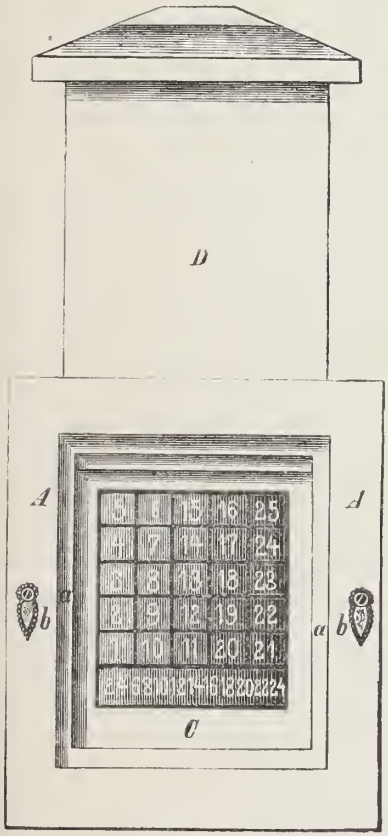



Fig. 128.

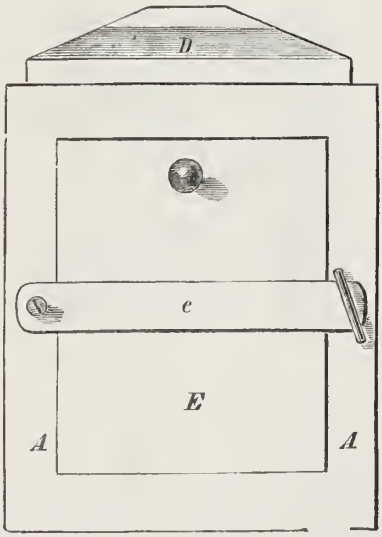



Fig. 129.

Während sich derartige selbst erzeugte Platten für viele Fälle recht gut eignen, wird man meist doch besser thun, für Aufnahmen, welche vollkommen tadellos ausfallen sollen, käufliche Platten von guten Firmen zu verwenden; jedenfalls möge der Anfänger keine selbstgefertigten Platten gebrauchen, da er dadurch unrichtige Vorstellung über die Expositionszeiten und die Art der Entwickelung etc. bekommt.

**1 Dr. Eder's Jodbromsilbergelatine-Emulsion mit Silberoxyd-Ammoniak.**

A. Man bringe in einen Kochkolben oder einen Erlenmeyr-schen Kolben von ca. 400 g Inhalt: 125 ccm destillirtes Wasser, dann gebe man hinzu 15 g harte Gelatine (aus der Fabrik in Winterthur), um sie leichter durch den Hals des Kolbens bringen zu können, ist es gut, sie mit der Scheere etwas zu zerschneiden, lasse sie unter öfterem Schütteln in dem Wasser aufquellen ($^1/_2$ bis 1 Stunde) und gebe dann hinzu:

Bromammonium 10 g (oder Bromkalium 12 g),

Jodkaliumlösung (1 Th. Jodkalium in 10 Th. Wasser) $1^1/_2$ ccm.

Durch Eintauchen des Kolbens in heisses Wasser von etwa 60 Grad C. und öfteres Schwenken desselben, kann hierauf die Gelatine leicht in Lösung gebracht werden.

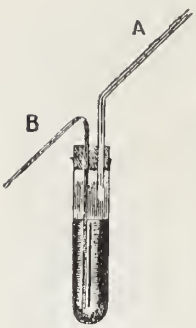


Fig. 130.

Fig. 130a.

Während dessen stellt man die Lösung B in einem ca. 200 ccm fassenden Kölbchen her:

15 g Silbernitrat,

125 g destillirtes Wasser.

Ist die Lösung vor sich gegangen, so fügt man allmählich, unter fortwährendem Schwenken, zum Schlusse tropfenweis, concentrirtes Ammoniak hinzu und zwar nur so lange, bis der im Anfange entstandene braune Niederschlag sich wieder klar aufgelöst hat. Diese Lösung enthält nun Silberoxyd-Ammoniak, sie wird im Folgenden bei gewöhnlicher Temperatur angewandt.

Lösung C: 5—7 g harte Gelatine werden in einem Gefäss mit Wasser durch 1—2 Stunden aufquellen gelassen und erst kurz vor der Verwendung (s. u.) aus dem Wasser genommen, man lässt das überschüssige Wasser ablaufen und schmilzt dann die gequollene Gelatine ohne weiteren Wasserzusatz in einem Becherglase am Wasserbade.

Man bringt die Silberlösung B in eine kleine Spritzflasche, Fig 130, und führt nun mittels derselben im Dunkelzimmer die Silberlösung im dünnen Strahl in die vorher auf 35—40 Grad C. gebrachte Bromgelatine-Lösung A partienweise ein; hat man etwa 10 ccm Silberlösung eingespritzt, so verschliesst man den Kolben mit einem

vorher ausgewählten, gut passenden Kork oder Kautschukpfropfen und schüttelt durch einige Minuten heftig und bläst dann wieder eine ähnliche Menge Silberlösung ein, schüttelt wieder und so fort bis alle Silberlösung in die Bromgelatine-Lösung eingeführt ist. Noch leichter gelingt die Mischung, wenn man im Besitze eines vorstehend abgebildeten Misch-Apparates ist, der auf das Mischgefäss aufgesteckt wird. Das in der Fig. 130a ersichtliche, mit Hahn abgeschlossene Glasgefäss nimmt die Silberlösung auf, die man dann unter fortwährendem Drehen der Quirlvorrichtung langsam zufliessen lässt. In Ermangelung solcher Apparate kann die Silberlösung wohl auch aus einer Flasche in kleinen Partien eingegossen werden, doch muss dann ganz besonders gut geschüttelt werden, um eine feine Emulsion zu erzielen.

Hierauf stellt man den Kolben in einen grossen Blechtopf, Fig. 131, mit warmem Wasser[1]) von 35—42 Grad C, umhüllt den Topf mit Tüchern, damit das Wasser nicht zu rasch abkühlt und kein Licht auf die Emulsion fällt und lässt je nach der gewünschten Empfindlichkeit 20—30 Minuten stehen.[2]) Während dieser Digestion schüttelt man ein oder zweimal und betrachtet nach circa 20 Minuten einen Tropfen Emulsion, den man mit Hilfe eines Glasstabes aus dem Kölbchen entnommen und auf einer Glasplatte ausgebreitet hat, bei durchfallendem Lichte, am besten bei dem einer Kerze, ist das durchfallende Licht nicht mehr röthlich, sondern schon violett, so beendet man die Digestion. Natürlich muss bei diesem Versuche die übrige Emulsion vollkommen vom Lichte der Kerze abgeschlossen werden.

Fig. 131.

Während der Digestion der Emulsion in diesem Warm-Wasserbade schmilzt man die gequollene Gelatine C bei möglichst niedriger Temperatur (ca. 50 Grad C.), fügt diese dicke Gelatinelösung nach beendeter Digestion zur Emulsion hinzu und vermischt sie durch Rühren mittels eines Glasstabes gut mit derselben, ohne aber hier-

1) Ein Papin'scher Topf eignet sich seines guten Verschlusses halber auch sehr gut hiefür.

2) Es geht hierbei eine moleculare Veränderung des Bromsilbers vor sich, es verwandelt sich aus der, bei durchfallendem Lichte roth gefärbten, in die bei durchfallendem Lichte violett bis blaugrau gefärbte Modification.

bei unnütz viel Schaum zu erzeugen. Dann wird der ganze Inhalt des Kolbens in eine flache, vollkommen reine Porzellantasse von ca. 13×18 cm innerer Weite ausgegossen, so dass die Emulsion darin höchstens 3 cm hoch steht.

In der kühlen Jahreszeit (ich möchte überhaupt einer ganzen Reihe oft schwer zu beseitigender Uebelstände halber, die sich bei der Emulsionsbereitung im Sommer fühlbar machen, von einer solchen während dieser Jahreszeit abrathen) lässt man die Emulsion, nachdem man die Tasse durch gutes Zudecken vor Lichtwirkung geschützt hat, freiwillig erkalten, wobei bei langsamem Auskühlen noch ein Nachreifen des Bromsilbers stattfindet. Sollte die Emulsion binnen zwei bis drei Stunden noch nicht gallertig erstarrt sein, so muss die Tasse in kaltes Wasser, eventuell Eiswasser, gestellt werden. Nach sechs oder längstens zwölf Stunden muss die Emulsion zerkleinert und gewaschen werden, da langes Stehen der erstarrten ammoniakalischen Emulsion in der Kälte wohl die Empfindlichkeit steigert, aber oft auch den gefürchteten „Schleier" verursacht.

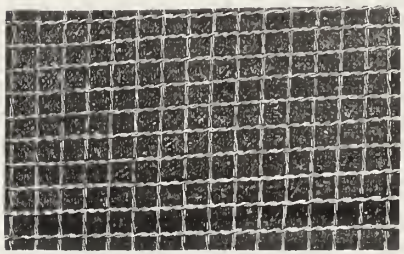


Fig. 132.

Das Zerkleinern der Emulsion geschieht, indem man die erstarrte Emulsion auf ein ca. 40 cm im Quadrat messendes Stück Netzstoff, siehe Fig. 132 (Canevas von mindestens 3 mm Maschenweite), bringt, die vier Enden zusammenfasst und dann durch Drehen und Drücken die Emulsion durch die Maschen hindurchquetscht. Diese Manipulation wird am besten unter Wasser vorgenommen, weil dann die einzelnen „Nudeln" nicht an einander kleben, man bedient sich hierzu einer grossen, tiefen irdenen Schüssel, auch ein vorher sehr gut gereinigtes Porzellan-Waschbecken kann hierzu Verwendung finden. Das Waschen der so zerkleinerten Emulsion wird am einfachsten und vollkommen genügend dadurch erreicht, dass man dieselbe in der erwähnten Schüssel unter öfterem Umrühren mit einem Holzlöffel, möglichst auch vor rothem Lichte geschützt, stehen lässt, und nach circa je einer halben Stunde das alte Waschwasser vorsichtig und vollständig abgiesst (eventuell durch ein über einen grossen Glastrichter gelegtes Stück Organtine, um mitgerissene Emulsionsflöckchen aufzufangen) und gleich darauf wieder durch frisches ersetzt. Ist diese Manipulation in den erwähnten Intervallen mindestens fünfmal vorgenom-

men worden, so ist alles zur Verhütung von Schleier bei der Digestion überschüssig zugesetzte Bromsalz entfernt und es kann zum Plattengiessen geschritten werden. Vorher muss man die Emulsion noch vom anhängenden Wasser befreien, was man recht gut durch Sammeln der Emulsion auf einem Leinwandfleck erreicht, dessen Enden man zusammenschlägt und den so gebildeten Beutel aufhängt und das Wasser langsam abtropfen lässt, oder dasselbe unter leichtem Drucke auspresst, Fig. 133—134.

Die Emulsion wird in ein Becherglas gebracht und am Wasserbade, das höchstens 60 Grad C. haben darf, geschmolzen, ist dies geschehen und hat die Emulsion selbst eine Temperatur von circa 50 Grad C. erreicht, so muss sie, um eventuelle Unreinigkeiten zu

Fig. 133.

Fig. 134.

entfernen und auch grobe Partikelchen, wie besonders einzelne von Jodsilber, welches sich immer schwerer emulsionirt, zurückzuhalten, noch einer Filtration durch früher gut ausgewaschenes Waschleder unterzogen werden. Ich verwende schon seit mehreren Jahren hierzu mit bestem Erfolge eine sog. Pulverflasche (von ca. 500 g Inhalt), in deren Boden ich eine Oeffnung von ca. 3 cm Durchmesser einschleifen liess, welche dazu bestimmt ist, einen Kautschukpfropfen mit Glasrohr aufzunehmen.

Auch eine Glasglocke[1]) thut nach David und Scolik vortreffliche Dienste, s. Fig. 135. Anstatt eines Kautschukdoppelgebläses *c* kann jeder beliebige einfache Gummiballon verwendet werden, wenn man in den zum Kautschukstoppel führenden Schlauch ein kleines

1) Bei W. J. (l. c.) Rohrbeck, Preiscourant No. 644.

etwa 8 cm langes dünnes Messingröhrchen einschaltet, das in seiner Mitte eine kleine Oeffnung besitzt, durch welche man wieder Luft in den Ballon strömen lassen kann. Während man den Ballon, den man z. B. in der rechten Hand hält, zusammendrückt, schliesst man mit dem Daumen der linken, in der man das Röhrchen hält, die kleine Oeffnung, die man aber frei macht, sobald die Wirkung des erhöhten Luftdruckes auf das Filtriren der Emulsion aufgehört hat. Hat sich derart der Ballon frisch mit Luft gefüllt, so drückt man von neuem etc., bis alle Emulsion filtrirt ist.

In Fig. 135 bedeutet ferner *S* den Ständer, welcher die Glasglocke *a* trägt, *b* den Kautschukstopfen, *d* das filtrirende Waschleder. *G* Glasgefässe, welche die Emulsion vor dem Filtriren enthielten.

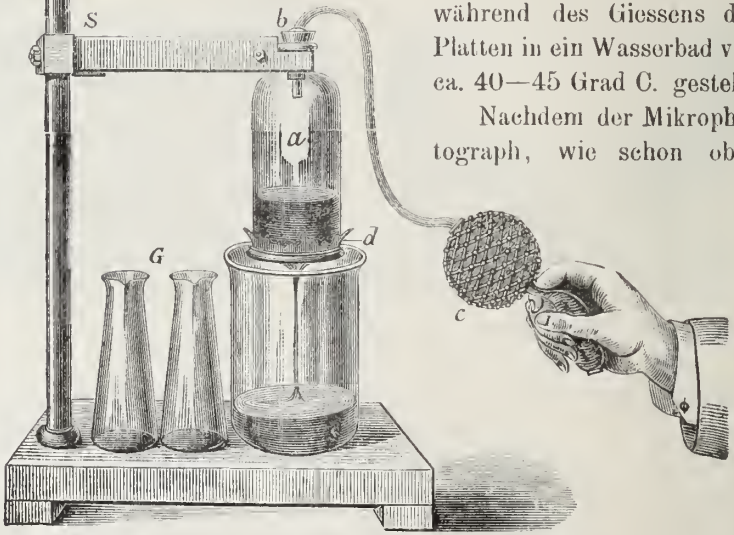


Fig. 135.

Die filtrirte Emulsion wird während des Giessens der Platten in ein Wasserbad von ca. 40—45 Grad C. gestellt.

Nachdem der Mikrophotograph, wie schon oben erwähnt, wenn er sich zur Herstellung einer Emulsion entschliesst, es nur dann thut, um schon einmal gebrauchte Platten wieder frisch zu präpariren, so muss an dieser Stelle ein kleines Capitel über Reinigung alter Platten eingeschaltet werden.

Alte Negative pflege ich gewöhnlich zuerst einige Tage in Wasser zu legen und durch zwischengelegte Holzspäne ein festes Aneinanderlegen derselben zu verhindern, dann werden sie in eine heisse Sodalösung (ca. 1 : 20) gebracht. Nachdem sich dort die Gelatineschicht abgelöst

hat, wobei man auch mit einer Bürste nachhelfen kann, kommen die Platten in Wasser, dem etwas Salpetersäure zugesetzt ist, von hier aus in reines, öfter gewechseltes Wasser, dann werden sie mit reinen Leinentüchern vollständig getrocknet. Durch diese Manipulation nicht vollständig rein werdende Platten wird der Mikrophotograph am besten beseitigen, da sich eine mühsame und zeitraubende weitere Behandlung (mit Grüne'schem Plattenputzpulver od. dgl.) bei den hier in Betracht kommenden kleinen, wenig werthvollen Plattenformaten nicht lohnen dürfte. Eine weitere Vorpräparation der Platten ist meist nicht nöthig, doch ist sie gerade bei schon einmal gebrauchten Platten zuweilen zu empfehlen, da die Emulsion manchmal auf den, wenn auch sorgfältig gereinigten Platten schlecht fliesst, und sich somit darauf schwer vertheilen lässt. Ein besonders guter Ueberzug der Platten wird nach Franck de Villecholle[1]) durch einen Absud von Glaskraut[2]) (Parietoria officinalis) erhalten, der in folgender Weise angewandt wird: Man kocht 1 Th. des trockenen Glaskraut mit 50 Th. Wasser durch $^1/_2$ Stunde und filtrirt dann den Absud, derselbe erhält sich einige Tage in brauchbarem Zustande. Die gereinigten Platten werden mit diesem Absud mittels Leinwand befeuchtet und oberflächlich trocken gerieben. Diese Methode hat gegenüber der meist empfohlenen Vorpräparation mit Wasserglas (1 : 200), die ganz analog vorgenommen wird, den Vorzug, dass hierdurch die Glasplatten nicht angegriffen werden.

Das Giessen der Emulsion muss bei möglichst schwachem, dunkelrothem Lichte vorgenommen werden. Man bedarf vor allem einer mit Hilfe einer Wasserwage genau horizontal gelegten, starken Spiegeltafel[3]) von mindestens 80 × 60 cm Grösse, die man in Ermanglung eines Nivellirgestelles, s. Fig. 136, leicht mit Hilfe dreier Holzkeile, s. Fig. 137, vollständig horizontal stellen kann. Das Warmhalten der Emulsion (s. o.) geschieht am besten durch Einstellen des die Emulsion enthaltenden Gefässes in ein geräumiges Wasserbad, das man von Zeit zu Zeit durch Nachgiessen von siedendem Wasser (welches man in einem anderen benachbarten Raume bereit hält) auf der Temperatur von ca. 50 Grad C. erhält. Ueberhaupt ist es gut, das Plattengiessen bei Nacht vorzunehmen, wo nicht durch zufälliges Oeffnen der Dunkelkammerthür sämmtliche Platten verdorben werden

1) Phot. Correspondenz pro 1885. S. 100.

2) Vorräthig u. A. bei Cramer, Niederl. phot. Utens., Wien, Graben.

3) Auch ein lithographischer Stein, eine vollkommen ebene Zink- oder Gusseisenplatte leisten gute Dienste.

können. Als sehr passendes Gefäss zum Aufgiessen der Emulsion erachte ich kleine Porzellankannen, Fig. 138, mit einer nahe am Boden beginnenden Ausflussröhre, weil bei Gebrauch von solchen niemals Störungen durch Luftblasen vorkommen. Das Aufgiessen der Emulsion auf die Platten geschieht am besten in freier Hand, man lässt die Emulsion darauf herumfliessen und giesst das eventuelle Zuviel an einer Ecke ab. Es darf hierbei die Platte nur wenig geneigt werden, damit ein genügendes Quantum Emulsion darauf zurückbleibt. Fliesst die Emulsion stellenweise schlecht, so kann man mit dem Finger oder einem biegsamen Holzspan nachhelfen. Dann wird die Platte auf die nivellirte Spiegeltafel gelegt, damit die Bromsilbergelatine gleichmässig erstarrt. Man kann die Emulsion

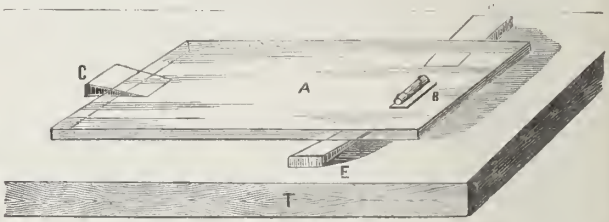



Fig. 137.

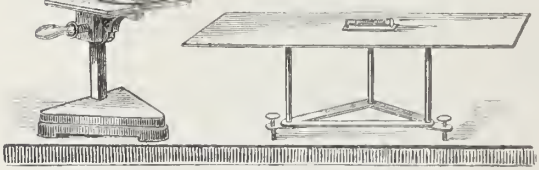


Fig. 136.

Fig. 138.

auch längs eines Stabes, den man an die Mündung der Kanne hält, auf die auf der nivellirten Platte liegende Glastafel fliessen lassen, der Stab muss aber immer wieder in die warme Emulsion gestellt werden, damit keine Emulsion auf ihm erstarre, was zur Schlierenbildung Anlass gäbe. Wenn man so viele Platten gegossen hat, dass die nivellirte Tafel mit denselben bedeckt ist, so wird bei normaler Zimmertemperatur von ca. 17 Grad C. die Schicht auf den erstgegossenen Platten schon erstarrt sein und man kann diese in verticaler Richtung zur Trockene stellen, zu welchem Behufe der nebenstehend abgebildete Ständer, Fig. 139, recht gute Dienste leistet. In längstens 18 Stunden sollen die Platten trocken sein, da sonst Schleier, wenigstens an den am längsten feucht gebliebenen Stellen, zu befürchten ist.

Die fertig präparirten Platten müssen in ähnlicher Weise aufbewahrt und verpackt werden, wie die im Handel erhältlichen, das heisst, es muss dafür gesorgt werden, dass die empfindlichen Schichten der einzelnen Platten frei liegen und sich also nicht unter einander berühren, noch weniger aber dürfen etwa Papierblätter dazwischen gelegt werden, da die Platten hierdurch sicher Flecken bekommen würden. Man schiebt am besten schmale Streifen Papier am Rande dazwischen. Man legt, s. Fig. 140, hierzu zwei Platten mit den Rückseiten aneinander, stülpt dann auf zwei Seiten einen schmalen in der Mitte gefalteten Streifen dickeren Papieres darüber, und legt beiderseits,

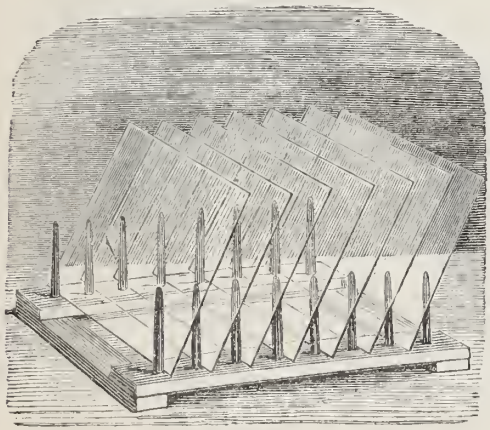


Fig. 139.

Fig. 141.

Fig. 140.

Schicht nach innen, wieder eine Platte auf; derartige Päckchen zu 4 Platten können dann in beliebiger Zahl aufeinandergelegt werden. Das Ganze muss mit schwarzem Papier umwickelt und noch mit einer Lage braunen Packpapieres verpackt in gut schliessenden Schachteln aufbewahrt werden. Auch die in Fig. 141 dargestellte Methode der Verpackung durch Zwischenlegen eines gefalteten Cartonstreifchens ist beliebt.

Diejenigen Platten, die man im Gebrauch hat (10—15 Stück), bewahrt man am besten im eigenen Plattenkästchen, Fig. 142—143, auf. Dieselben bestehen gewöhnlich aus Holz- oder Blechkästchen, deren Seitenwände Nuthen haben, und deren Deckel zum Schutze vor Licht weit übergreift. Es ist sehr zweckmässig, mindestens zwei Plattenkästchen für jedes Format zu besitzen, um gewöhnliche

und orthochromatische Platten getrennt aufbewahren zu können und hierdurch Verwechslungen vorzubeugen.

An dieser Stelle möge erwähnt werden, dass das Zerschneiden von Platten, um kleinere Formate zu bekommen (z. B. 16 × 21 cm in 6 Platten zu 8 × 7 cm), am besten mittels des Diamanten durch die Schicht hindurch geschieht, doch hat man auch fast niemals Anstände durch Abblättern der Schicht beim Zerschneiden von

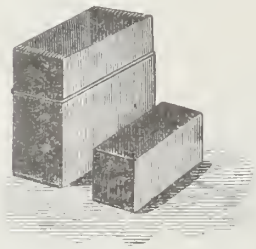


Fig. 142.

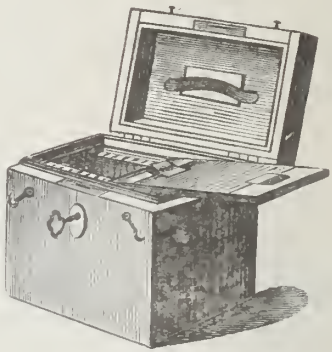


Fig. 143.

der Glasseite[1]) aus. Man bedient sich, um alle Platten vollkommen gleich gross zu erhalten, mit Vortheil einer auf weissem Carton gezeichneten Schablone, deren Begrenzungslinien aber nach aussen verlängert sind, um beim Zerschneiden grösserer Platten das Lineal richtig auflegen zu können.

### 2. Orthochromatische Platten.

Man versteht darunter solche Platten, welche entweder durch Zusatz von bestimmten Farbstoffen schon zur Emulsion, oder durch Baden gewöhnlicher Platten in einer entsprechenden Farbstofflösung für die Lichtwirkung solcher Lichtstrahlen empfindlich gemacht wurden, für welche gewöhnliche Platten fast gar keine Empfindlichkeit zeigen.[2]) Mit derartigen Platten ist es nun möglich, insbesondere wenn die zu intensive Wirkung des blauen Lichtes durch vor oder hinter dem Objective aufgestellte gelbe Spiegeltafeln gemässigt wird, Aufnahmen polychromer Objecte zu erzielen, welche alle Abstufungen der Intensität der Farben, seien diese nun das auf ge-

1) Sogenannte abziehbare Platten (s. u) dürfen nicht auf kleinere Formate geschnitten werden, da hierbei die Schicht abblättern würde.

2) Vergl. Eder (2) Bd. III. S. 260.

wöhnliche Platten bestwirkende Violett, oder das fast gar nicht wirkende Roth, stets in der richtigen Nuance wiedergeben.

Auf welche Weise man mit Hilfe der Undulationstheorie des Lichtes im Stande ist, die Wirkung der sensibilisirenden Farbstoffe auf Bromsilber zu erklären, hat Eder in dem von ihm gelegentlich der Daguerre-Feier der Wiener photographischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage in äusserst bündiger und klarer Weise mitgetheilt, weshalb ich ihm im Folgenden das Wort gebe [1]):

„Die moderne Optik baut sich vollständig und mit überwältigender Sicherheit auf dem Undulationsprincipe des Lichtes auf. Es erscheint von Belang, die photochemischen Erscheinungen sammt den neu entdeckten Farbensensibilisatoren nach demselben Principe zu erklären und die modernen Anschauungen von Wellenbewegungen des Lichtes, der allen Körpern eigenen, inneren Molecularbewegung und der Absorptionserscheinungen zu betrachten."

„Es bietet die Physik nach dem heutigen Stande der Optik die Hilfsmittel, die innere Molecularbewegung zu messen, und es bieten namentlich die spectroskopischen Untersuchungen von Dr. G. Krüss, sowie von Hartley hierfür wichtige Anhaltspunkte."

„Die innere Molecularbewegung wird beherrscht: 1. durch diejenigen Kräfte, welche von Molecül zu Molecül wirken, d. h. physikalische Molecularkräfte; 2. diejenigen, welche von Atom zu Atom wirken, d. h. chemische Kräfte, welche die chemische Constitution, beziehungsweise die chemische Zersetzung der Molecüle bewirken."

„Wenn eine eintreffende Lichtwelle mit der inneren Eigenschwingung des Molecüls im Einklange schwingt, so wirkt die Lichtwelle auf das Molecül ein und vermehrt die Amplitude des schwingenden Molecüls. Dabei wird die Lichtwelle verbraucht; sie hat Arbeit geleistet. Lebendige Kraft kann in andere Erscheinungsformen verwandelt werden und es kann die absorbirte Lichtwelle, wie bereits von mir (Eder) in einer früheren Abhandlung (Phot. Corresp. 1885, S. 360, aus Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, II. Abth., December 1884) erwähnt wurde, chemische Arbeit, Wärmeentwickelung etc. veranlassen. Das interprätirt das erst genannte Phänomen. Nehmen wir an, dass die Lichtwelle die Amplitude der Eigenschwingung der Molecüle sehr bedeutend steigert, so kann beim Ueberschreiten einer gewissen Grenze ein Zerreissen des

1) Eder, Phot. Corresp. pro 1889. S. 515.

Molecularverbandes eintreten, d. h. es ist eine photochemische Zersetzung vor sich gegangen."

„Nach der Undulationstheorie erfüllt der Träger des Lichtes, der Aether, alle Räume zwischen den Molecülen und Atomen der Körper, und ist durch die innere Molecularbewegung der Körper gezwungen, sich in gleich schnellen und gleich grossen Schwingungen oder Rotationen zu bewegen, aus welchen die Bewegungen der Molecüle selbst bestehen. Der vom Lichte getroffene Körper nimmt nur diejenigen Schwingungen aus den Aetherwellen seiner Umgebung auf, mit welchen seine Molecüle selbst schwingen oder zu schwingen im Stande sind."

„Nennen wir die spectroskopisch festgestellte Wellenlänge desjenigen Lichtstrahles, welche von einer Substanz am stärksten absorbirt wird, $= \lambda$, die Geschwindigkeit des Lichtes $(v) = 299{,}000$ km, und $n$ die zu suchende Anzahl der Schwingungen der absorbirenden Molecüle, so ergiebt sich die Gleichung $n = \frac{v}{\lambda}$.

Von absorbirenden Substanzen, welche eine Absorption für verschiedenartige Lichtstrahlen zeigen, kommt die intensivste Absorption zumeist in Betracht; diese charakterisirt die Hauptschwingungen des Molecüles, ebenso wie — nach einem guten Gleichniss von Dr. Krüss — die intensivsten Schwingungen einer Stimmgabel oder Saite den charakteristischen Hauptton derselben erzeugen. Bei einer Stimmgabel wird der Ton um so lauter, je grösser die Amplitude ist; beim Lichte wird die Intensität grösser. Man kann folgern, dass eine grössere Intensität in der Absorption des Lichtes bewirkt wird durch eine grössere Amplitude der Schwingungen der Molecüle im absorbirenden Medium."

„Bromsilber, in Form von Gelatine-Emulsion, zeigt das Maximum der Absorption, für Licht von einer Wellenlänge = 450 Milliontel-Millimeter; daraus berechnet sich nach obiger Formel, dass das Molecül des Bromsilbers zur Ausführung einer Hauptschwingung ein 664 Billiontel-Secunde bedarf. Thatsächlich wirkt Licht von derselben Schwingungszahl am kräftigsten auf Bromsilber ein, mit anderen Worten, vermehrt es die Amplitude der inneren Molecularschwingungen des Bromsilbers in so kräftiger Weise, dass ein Zerfall des Molecüls eintritt oder beginnt, welchen die photographischen Entwickler fortsetzen, so dass eine kräftige Reduction entsteht."

„Daneben sind auch zahlreiche Nebenschwingungen vorhanden, welche im Innern der Bromsilbermolecüle bewirken, dass das Brom-

silber auch andere Lichtwellen von längerer oder kürzerer Schwingungszahl aufnimmt, wodurch das Licht verbraucht wird. Da jedoch diese Nebenschwingungen weniger kräftig sind und deshalb mit den Lichtwellen weniger in Wechselwirkung treten können, so muss intensiveres Licht vorhanden sein, damit sich die Schwingung und Amplitude der inneren Molecularschwingungen bis zum Zerreissen des Molecüls steigert, mit anderen Worten, das Bromsilber besitzt eine geringe Lichtempfindlichkeit für solche Strahlen. Z. B. wird Licht vom äussersten Roth bis ins äusserste Ultraviolett vom Bromsilber absorbirt, jedoch in geringerem Masse, und der photochemische Process geht auch im schwächeren Grade vor sich."

„Die geringe Gelb- oder Rothempfindlichkeit des Bromsilbers ist bekannt; sie wird grösser, wenn man das Bromsilber mit Ammoniak digerirt u. s. w.: z. B. wird Bromsilber nur in geringem Grade von gelbgrünem Lichte, welches mit einer Wellenlänge von 563 Milliontel-Millimeter (entsprechend einer Schwingungsdauer von 531 Billiontel-Secunde) schwingt, verändert."

„Dieses Licht wird auch in geringem Grade absorbirt; es ist die innere Bewegung des Bromsilbermolecüles nur mit nebensächlichen Schwingungen im Einklange mit den erwähnten Lichtstrahlen, und das Licht mit der Schwingungszahl von 531 Billiontel-Secunde kann nur schwer die Amplitude der Schwingungen des Bromsilbermolecüls bis zur Zerreissung des Atomencomplexes steigern."

„Betrachten wir den Effect einer anderen chemischen Substanz, welche eine innige Verbindung — sei es auf chemischem Wege oder durch Molecular-Attraction — mit dem Bromsilber eingeht und nun seinerzeit Licht von 563 Milliontel-Millimeter Wellenlänge absorbirt und nach obiger Formel zur Ausführung einer Schwingung 531 Billiontel-Secunde braucht."

„Ein solcher Körper ist der von mir (Eder) entdeckte Sensibilisator Erythrosin (Tetrabromfluoresceinnatrium); diese Substanz absorbirt in alkoholischer Lösung nach meinen spectroskopischen Bestimmungen am stärksten Licht von 529 Milliontel-Millimeter Wellenlänge, während das damit gefärbte Bromsilber Licht von 563 Milliontel-Millimeter Wellenlänge absorbirt."

„Trifft nun ein einfallender gelbgrüner Lichtstrahl von der Wellenlänge 563 das mit Erythrosin gefärbte Bromsilber, so findet er Erythrosinmolecüle vor, welche am stärksten mit der Lichtwelle im Einklange schwingen und dieselben verbrauchen. Die Lichtwelle kann die Amplitude der Schwingungen des Erythrosinmolecüls bei

fortgesetzter Einwirkung bis zum Zerfalle desselben steigern und kann z. B. das Erythrosin an und für sich bleichen. Andererseits kann aber auch das gleichzeitig vorhandene Bromsilbermolecül durch die gesteigerten Schwingungen des Farbstoffes mitgerissen werden und dadurch die bis dahin nebensächlichen Schwingungen des Bromsilbers zu einer Hauptschwingung steigern und den Zerfall des Bromsilbermolecüls bewirken."

„Daraus erklärt sich für die Beobachtung, warum Farbstoffe, welche schmale Absorptionsstreifen zeigen, also die Hauptschwingungen der Molecüle auf eine enge Zone im Spectrum beschränken, in der Regel kräftiger sensibilisiren, weil wahrscheinlich das Mitreissen der Bromsilbermolecüle leichter erfolgt, wenn eine eng begrenzte Angriffszone gegeben ist."

„Das Jodsilber ist sehr schlecht durch Farbstoff zu sensibilisiren, wahrscheinlich, weil es die Hauptschwingung entsprechend den blauen Strahlen des Spectrums besitzt und die Molecularbewegung nur in sehr geringem Masse, oder gar nicht im Einklange mit den langwelligen Lichtstrahlen erfolgt, weshalb auch die Wirkung der beigemengten absorbirenden Farbstoffe zu schwach zu sein scheint, um die träge Bewegung der Jodsilbermolecüle bis zur Zerreissung des Atomencomplexes zu steigern. Beim Bromsilber, welches eine allgemeine Empfindlichkeit für verschiedene Lichtstrahlen besitzt, liegt das Verhältniss günstiger."

„Daraus ergiebt sich die mit der experimentellen Beobachtung übereinstimmende Thatsache, dass die Farbensensibilisatoren für Bromsilber, welche in der orthochromatischen Photographie eine so eminent wichtige Rolle spielen, stets das Bromsilber in der Nachbarschaft jener Regionen des Spectrums sensibilisiren, welche sie selbst absorbiren. Sie schwingen nämlich im Einklange mit den von ihnen absorbirten Lichtstrahlen, und bringen durch die gesteigerte Amplitude der Molecularschwingungen des Farbstoffes das Bromsilbermolecül in gesteigerte, damit im Einklange befindliche Schwingungen, wodurch die Lichtwelle die innere Molecularbewegung des Bromsilbers bis zur Zerreissung steigern. Dadurch ist der Zusammenhang der Absorption der Farbstoffe mit der optischen Sensibilisirung an der Hand der Undulationstheorie erklärt."

Will man selbst orthochromatische Platten herstellen, so empfiehlt es sich, nicht selbst angefertigte und deshalb (s. o.) meist nicht sehr empfindliche Platten zu verwenden, sondern es ist viel besser, sich

hierzu käuflicher Gelatineplatten von etwa 18—20 Grad Warnerke zu bedienen. Eine höhere Empfindlichkeit empfiehlt sich nicht, weil solche Platten meist mehr Tendenz zur Schleierbildung zeigen; eine noch geringere Empfindlichkeit verlängert hingegen die durch Einschaltung von Lichtfiltern ohnedies bedeutend vergrösserte Expositionszeit zu sehr.

Wie wir im ersten Theile unseres Werkchens auseinandergesetzt haben, werden wir es meist mit der Verwendung eines grünen Lichtfilters (Zettnow oder Eder'sche Filter) zu thun haben, wenn wir zur orthochromatischen Platte greifen.

Zettnow[1]) empfiehlt bei Verwendung solcher grüner Lichtfilter die Erythrosinbadeplatte aufs Wärmste. Man erhält eine solche, indem man eine gewöhnliche, vollständig schleierfreie Platte obiger Empfindlichkeit in einer frischfiltrirten Mischung von 200 ccm destillirten Wasser und 5 ccm einer Lösung von 0,5 g Erythrosin in 250 ccm 95 procentigen Alcohol, in einer entsprechend grossen Porzellan- oder Glas-Tasse durch $1 - 1\frac{1}{4}$ Minuten badet. Unter den sehr verschiedenen Erythrosinsorten des Handels empfiehlt Zettnow am meisten das von Th. Schuchardt's chemischer Fabrik in Görlitz bezogene. Das Baden geschieht in einem mit sehr schwachem rothen Licht erhellten Raume in einer vollkommen reinen Tasse, die während des Badens zum Abschluss jeden Lichtes bedeckt wird. Die Tasse muss während der Zeit, wo die Platte gebadet wird, in schaukelnder Bewegung erhalten werden. Nachdem man die Platte herausgenommen, lässt man sie auf Löschpapier, in verticaler Stellung stehend, etwas ablaufen und stellt sie dann in vollständig finsterem Raume auf einem Negativständer (s. Fig. 139), oder in einem lichtdicht schliessenden Trockenkasten zur Trockene. Derart hergestellte Platten halten sich zwei bis vier Wochen.

An der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie in Wien werden zur Herstellung von Mikrophotographien bei Anwendung grüner Lichtfilter mit sehr günstigem Erfolge Platten verwendet, welche mit Erythrosin- oder Eosinsilber sensibilisirt sind.

Mischungen von Erythrosin oder Eosin mit Silbernitrat geben Niederschläge von Silberverbindungen, welche sehr empfindlich für gelbes Licht sind und als Sensibilisator für Bromsilbergelatine kräftiger als die reinen Farbstoffe wirken. Man erhält auf diese Weise orthochromatische Platten von grösserer Empfindlichkeit wie die

1) Zettnow (3) pro 1889. S. 241.

oben angeführten. Zur Herstellung eines Erythrosinsilberbades mischt man:

10 ccm Eosin- oder Erythrosinlösung (1 : 400 aq),
1 „ Silbernitratlösung (1 : 80 aq),
½ „ (= 8 Tropfen) Ammoniak,
75 „ Wasser.

Man bade die Platten darin durch eine Minute und trockne sie dann in vollständiger Dunkelheit. Als Entwickler eignet sich für diese Platten besonders der Pyro-Soda-Entwickler (s. u.). Empfindliche Emulsionen vertragen weniger, unempfindliche etwas mehr Farbstoff als oben angegeben. Diese Platten halten sich im sensibilisirten Zustande nur kurze Zeit, meistens nur acht Tage, dann schleiern sie beim Entwickeln.

Während die eben angegebenen Methoden Platten mit hoher Gelb- und Grünempfindlichkeit liefern, giebt die Sensibilisirung mit Cyanin besonders grosse Roth- und Orangeempfindlichkeit. Letztere Sensibilisirung wird in folgender Weise durchgeführt: Man badet die Platte erst in einem Vorbade von 200 ccm Wasser und 0,5 bis 4 ccm Ammoniak, worin die Schicht gelockert wird, nach 2 Minuten nimmt man die Platte heraus, lässt sie etwas abtropfen und bringt sie dann in die eigentliche Farbstofflösung, bestehend aus: 200 ccm Wasser, 2—4 ccm Ammoniak, 10—20 ccm Alcohol und 4—10 ccm alcoholische Cyaninlösung (1 : 500). In dieser Lösung bleibt die Platte 2—4 Minuten, dann wird sie wie oben zur Trockene gestellt.

Hinsichtlich der Herstellung von derartigen orthochromatischen oder für Licht von bestimmter Farbe sensibilisirten Platten, ist folgendes besonders zu beachten[1]):

Das Dunkelzimmer muss vollständig zu verfinstern sein, so dass selbst nach viertelstündigem Aufenthalte (wo das Auge empfänglich für schwache Lichteindrücke wird) nirgends ein Schimmer von Tageslicht zu bemerken ist. Die Beleuchtung geschieht darin mit einer dunkelrothen Laterne, deren eine Hälfte mit braunem Seidenpapier bedeckt ist, so dass das rothe Licht, welches die in den Farbstoffen sensibilisirten Platten trifft, noch stark gedämpft ist. Die Farbstofflösungen sollen sich in den reinen Porzellan- oder Glastassen so reichlich befinden, dass die mit der Schicht nach oben eingetauchte Platte vollkommen bedeckt ist.

1) Siehe Eder, Ueber einige pract. Meth z. Phot. d. Spectr. etc. Sitzber. d. k. Acad. Bd. XCIV. 1886. S. 386.

In neuester Zeit erzeugt Perutz in München vorzügliche haltbare orthochromatische Platten, die sogenannten Erythrosinsilberplatten, dieselben werden für Landschaftsphotographie ohne Gelbscheibe exponirt und haben dieselbe Empfindlichkeit wie gewöhnliche Trockenplatten. Für Fälle, wo, vom Standpunkte der chemischen Actinität betrachtet, sehr verschieden wirksame Farben gleichzeitig im Präparate vorkommen, kann bei Anwendung einer weissen Lichtquelle mit Vortheil auch eine Gelbscheibe[1]) oder eine mit sehr verdünnter Aurantia-Lösung gefüllte Cüvette anstatt eines anderen Lichtfilters unterhalb des Objecttisches eingeschaltet werden. Durch diese Gelbscheibe wird das Uebermass an blauen Strahlen etwas gedämpft, so dass auch die anders gefärbten Strahlen besser zur Geltung kommen können. Zum Entwickeln dieser Platten eignet sich der Pyro-Entwickler besser als der Oxalat-Entwickler; man gebe ihm aber stets einige Tropfen Bromkaliumlösung 1 : 10 zu, um Schleier zu vermeiden. Nach dem Entwickeln, Fixiren und Waschen, das wie bei gewöhnlichen Platten erfolgt, kann den Platten die noch anhaftende röthliche Färbung durch ein Bad von 90procentigem Alcohol, dem man etwas Ammoniak zusetzt, beseitigt werden.

### 3. Abziehbare Platten.

Unter diesem Namen sind Platten im Handel, deren Gelatineschicht durch geeignete Vorpräparation der Glasunterlage (mit Kautschuk, Federweiss od. dergl.) von derselben abziehbar ist, eine Eigenschaft, die erstens dann von nöthen ist, wenn die photographische Aufnahme mittels Lichtdruck vervielfältigt werden soll und hiebei der fertige Lichtdruck dem Originale vollständig und nicht nur spiegelbildlich gleichen muss. Da es aber bei den meisten mikrophotographischen Aufnahmen vollkommen gleichgiltig ist, ob das, was im Original rechts liegt, auch im Abdrucke wieder rechts zu liegen kommt, oder aber links, so dürften diese Platten um dieses Grundes willen in der mikrophotographischen Praxis wohl nur selten Anwendung finden. (Vergl. Capitel Vervielfältigungsmethoden.)

Wirklich nothwendig würden solche abgezogene Negative in allen jenen Fällen sein, wenn mehrere Figuren, wie z. B. im vorliegenden Werkchen, auf einer Tafel vereinigt werden sollen. Wegen verschiedener Dicke der Gläser der einzelnen Negative ist es nämlich unmöglich die Matrizen selbst, passend angeordnet gleichzeitig auf

1) In allen Handlungen photogr. Bedarfsartikel käuflich.

eine Lichtdruckplatte zu copiren, weil die dünneren Platten im Copirrahmen nicht an die Lichtdruck-Schicht angepresst werden könnten und deshalb ganz unscharfe Bilder geben würden. Ein eventuelles successives Aufcopiren der einzelnen Glasnegative auf die Lichtdruckplatte würde viele hier nicht näher zu erörtende, schwer wiegende Uebelstände im Gefolge haben und ist deshalb in der Praxis undurchführbar. Anders verhalten sich hingegen die von der Glasplatte abgezogenen Negative, diese besitzen vollkommen gleiche Dicke und können entsprechend zusammengestellt, auf einmal auf die Lichtdruckplatte copirt werden.

Es müssten daher in diesem Falle die abziehbaren Platten von Seite der Mikrophotographen häufig angewandt werden, wenn es nicht aus den unten angegebenen Ursachen meistens vorzuziehen wäre, auch in diesem Falle die Aufnahme auf gewöhnlichen, unabziehbaren Platten zu machen und die Herstellung eines abgezogenen Negatives durch Copiren des Originalnegatives mittels der Camera dem betreffenden Fachphotographen, respective Lichtdruck-Atelier zu überlassen.

Wie leicht einzusehen, muss zwar bei jeder Umcopirung ein geringer Bruchtheil der anfänglichen Schärfe und Zartheit der Originalaufnahme eingebüsst werden und es wird deshalb das vom Mikrophotographen selbst auf abziehbarer Platte hergestellte Negativ in der weiteren Vervielfältigung im Lichtdruck bessere Resultate geben können (s. u.), als wenn ein solches nicht abziehbares Negativ erst durch zweimaliges Umcopiren (Erzeugung eines Positives und darauffolgende Herstellung eines abziehbaren Negatives) in ein solches verwandelt wird.

Trotz alledem glaube ich jedoch diese letztere Methode, nämlich das mikrophotographische Originalnegativ auf gewöhnlicher, nicht abziehbarer Platte herzustellen, dem Mikrophotographen mehr empfehlen zu sollen, da einerseits die Gefahr des Abschwimmens der Schicht während der verschiedenen photographischen Manipulationen bei abziehbaren Platten bei nur etwas unachtsamer Manipulation vorhanden ist, wodurch eine vielleicht sehr gut gelungene Aufnahme vernichtet wird und andererseits ein gutes Negativ bei nochmaliger Reproduction in der Camera, besonders wenn es ursprünglich etwas mehr vergrössert aufgenommen wurde, als es schliesslich im Lichtdruck vervielfältigt werden soll, bei dieser Reproduction kaum merklich an Schärfe und Zartheit der Zeichnung einbüsst. Im Gegentheil ist die betreffende Anstalt, welche diese Reproduction zum Behufe der Vervielfältigung im Lichtdruck besorgt, bei dieser Gelegenheit im Stande sowohl das erst zu verfertigende Diapositiv, als auch insbesondere das

darnach herzustellende Negativ, so zu entwickeln (härter, d. h. contrastreicher, oder flauer, d. h. contrastärmer), dass es sich zur Vervielfältigung besser eignet, als das vom Mikrophotographen, der ja im Lichtdruck meist Laie ist, hergestellte Originalnegativ.

Erwähnt sei an dieser Stelle auch, dass man die abziehbare Platte auch dadurch umgehen kann, wenn man von den fertiggestellten Negativen Papiercopien (auf Albumin- oder noch besser auf Chlorsilbercollodionpapier) herstellt und diese dann in passender Weise angeordnet auf einen Carton klebt und von dieser derart zusammengestellten Tafel eine Gesammt-Aufnahme herstellen lässt, die als Negativ für den Lichtdruck dient. Da bei dieser Art des Umcopirens die Schärfe und Zartheit des Originalnegtives mehr einbüsst, als bei der früheren Methode, so empfiehlt sich diese nur dann, wenn die Originalaufnahmen etwas (um $^1/_3$) grösser sind, als sie schliesslich erscheinen sollen; denn durch die Reduction der Grösse bei der Gesammtaufnahme gewinnt die Schärfe wieder sehr. Hinsichtlich der Art der Anwendung erübrigt mir für diejenigen, welche ihre Aufnahmen auf abziehbaren Platten herzustellen wünschen, mitzutheilen, dass der Hauptsache nach, nämlich was Exponiren, Entwickeln und Fixiren derselben betrifft, diese Platten ganz wie gewöhnliche Platten behandelt werden, nur empfiehlt es sich sehr, dem letzten Waschwasser, aus welchem die Platten unmittelbar herausgenommen werden, auf je 100 ccm einige Tropfen Glycerin zuzusetzen, da hierdurch die Schicht auch beim Trocknen etwas elastischer bleibt und weniger leicht vom Glase abspringt. Sind die Platten fertig getrocknet, so werden sie schliesslich nicht lackirt, sondern anstatt dessen mit 2—3procentigem Rohcollodion übergossen. Nachdem dieser Ueberzug getrocknet ist, werden sie weiter, nachdem sie auf eine völlig horizontale Spiegelplatte gelegt wurden, circa $1^1/_2$ mm hoch mit einer lauwarmen Gelatinelösung übergossen [1]), bestehend aus: 75 g Gelatine, 500 ccm Wasser und 10 g Glycerin. Nach dem Erstarren der Lösung werden die Platten vertical gestellt und trocknen gelassen; zum Schlusse wird die Schicht meist noch mit verdünntem Rohcollodion übergossen und nach dem Trocknen mit einem scharfen Messer nahe am Plattenrande durchgeschnitten und dann vorsichtig abgezogen.

Für jene Fälle, wo es nicht störend ist, wenn das Bild im Lichtdruck dem Original nur spiegelbildlich gleicht, sollte man die

1) Um das Ablaufen der Gelatinelösung zu verhüten, ist es gut, die Kanten der Platten mit Talg zu befetten.

Aufnahmen auf Emulsionsplatten machen, welche auf Spiegelglas gegossen sind, da beim Copiren für Lichtdruck im Copirrahmen ein sehr starker Druck nöthig ist, bei dem die etwas unebenen gewöhnlichen Solinplatten leicht springen können.

### B. Die Exposision.

Die Platte wird mit der sich durch ihr matteres Aussehen kennzeichnenden Gelatineschicht nach unten, d. h. gegen den Schieber zu, in die Cassette eingelegt, diese dann wohl verschlossen und eventuell noch in ein schwarzes Tuch gewickelt, damit sie, falls man, was sehr zu empfehlen, unmittelbar vor der Exposition noch einmal die Einstellung controliren will, während dieser Zeit sicher vor jedem Licht geschützt ist. Hierauf wird am Apparat die Einstellscheibe mit der Cassette vertauscht, und dann der ganze obere Theil der Camera mit dem Einstelltuch überdeckt, wobei nur zu beachten ist, dass dieses nicht etwa zwischen Lichtquelle und Mikroskop herabhängt. Dann schiebt man einen schwarzen Carton vor das Mikroskop, damit während des Oeffnens des Cassettenschiebers (wegen der damit verbundenen Erschütterung) kein Licht in den Apparat fällt. Nun wird der Schieber und zwar am besten unter dem Einstelltuche geöffnet, um alles Licht von dem zwischen Schieber und Cassette befindlichen Spalte abzuhalten; hierauf wird nach Verlauf einiger Secunden mit der Uhr in der Hand der schwarze Carton weggenommen. Es beginnt die Exposition. Die Dauer derselben ist bei Anwendung einer natürlichen Lichtquelle (s. Seite 114 und 129) so variabel, dass sich keine, auch nur annähernd giltigen Expositionszeiten angeben lassen. Bemerkt sei höchstens, dass die Expositionszeit bei Verwendung directen Sonnenlichtes nach der auf Seite 173 beschriebenen und in Fig. 106 schematisch dargestellten Methode, ohne Einschaltung einer Cuvette, selbst bei sehr starken Vergrösserungen nur Bruchtheile einer Sekunde beträgt und auch bei Einschaltung eines grünen Lichtfilters (in 1—3 cm dicker Schicht), bei Anwendung einer orthochromatischen Platte nur wenige Sekunden erfordert.

Bei Verwendung künstlicher Lichtquellen wird die Expositionszeit in erster Linie von der Art der Lichtquelle, der Methode ihrer Anwendung und von der angewandten Vergrösserung beeinflusst. Hinsichtlich der letzteren sei hier nochmals darauf aufmerksam gemacht, dass, dieselbe Intensität der Beleuchtung vorausgesetzt, die Expositionszeit im Quadrate der angewandten Linearvergrösserung, das ist also proportional der Flächenvergrösserung, steigt. In der Praxis gestaltet

sich dieses Verhältniss allerdings einigermassen günstiger, weil wir im Stande sind, ein kleineres Object intensiver zu beleuchten, als eine grössere Fläche, wir müssen, wie schon weiter oben gezeigt, sogar trachten, die ganze Quantität des zu Gebote stehenden Lichtes auf das Gesichtsfeld des betreffenden Objectives und zwar nur auf dieses zu concentriren.

Die übrigen die Expositionszeit beeinflussenden Factoren, wie z. B. der durch Absorption und Reflexion bedingte Lichtverlust bei Einschaltung von Ocularen etc., kommen gegenüber den oben erwähnten weniger in Betracht und wurden deshalb in der nachfolgenden, nur dem Anfänger zur beiläufigen Orientirung dienen sollenden Uebersicht nicht berücksichtigt.

1. Beleuchtung mittels Zirkonlicht, direct, Condensorsystem und Mikroskop-Condensor nach der in Figur 107 dargestellten und auf Seite 174 beschriebenen Art der Zusammenstellung. Oeffnung der Mikroskop-Condensor-Blende (Irisblende) circa 12 mm.

Vergrösserung 200, Expositionszeit ca. 4 Sekunden,
„ 400, „ ca. 15 „
„ 800, „ ca. 70 „
„ 1000, „ ca. 1,5 Minuten.

Bei Einschaltung eines blauen Lichtfilters in ca. 1 cm dicker Schicht erhöhen sich diese Expositionszeiten nur um etwa $^1/_4$; bei Einschaltung eines grünen Lichtfilters unter gleichzeitiger Anwendung einer orthochromatischen Platte jedoch um das 3—8fache.

2. Beleuchtung mittels Zirkonlicht, indirect. Erhellung einer Mattscheibe mittels des Condensorsystems der Zirkonlampe. Anordnung wie auf Seite 176 beschrieben und in Fig. 109 (für Sonnenlicht) schematisch dargestellt.

Vergrösserung 50, Expositionszeit ca. 6 Sekunden
„ 100, „ ca. 20 „
„ 200, „ ca. 70 „

Bei Verwendung einer dünnen Milchglastafel anstatt der Mattscheibe verlängern sich diese Expositionszeiten je nach der Dicke der Milchglastafel um das 4—10fache.

3. Zirkonlicht nur mittels des Condensorsystems der Zirkonlichtlampe concentrirt und nach der auf Seite 179 (*e*) beschriebenen Art der Anordnung, die Spitze des Beleuchtungskegels in die Mitte des Objectives dirigirt. (Für schwache Vergrösserungen.)

Vergrösserung 50, Expositionszeit 6 Sekunden.

4. Beleuchtung mittels Gas- oder Petroleumlichtes; Anordnung wie Seite 178 beschrieben und in Fig. 110 dargestellt. Oeffnung der Blende des Mikroskop-Condensors 12 mm. Durchmesser der Sammellinse 10 cm.

Vergrösserung 100, Expositionszeit ca. 1,5 Minuten,
„ 200, „ ca. 5 „
„ 400, „ ca. 15 „

5. Gas- oder Petroleumlicht. Bild der Lichtquelle mittels einer Sammellinse in die Objectebene verlegt. Durchmesser der Sammellinse 10 cm.

Vergrösserung 50, Expositionszeit ca. 2 Minuten,
„ 100, „ ca. 8 „
„ 200, „ ca. 20 „

6. Gas- oder Petroleumlicht direct ohne Sammellinse oder Condensorsystem. Entfernung der Lichtquelle vom Object ca. 20—30 cm.

Vergrösserung 50, Expositionszeit ca. 8 Minuten,
„ 100, „ ca. 30 „

Bemerkt muss zum Schlusse noch werden, dass die eben angegebenen Expositionszeiten für gewöhnliche Mikroskop-Objective gelten, für Apochromat-Objective, wegen deren grösserer Lichtstärke, oft nicht unerheblich geringer ($^1/_3$—$^1/_2$) sind.

Jedenfalls wird der Anfänger gut thun, mit einem für mikrophotographische Zwecke gut geeigneten Präparate unter bestimmten Bedingungen Versuchsaufnahmen zu machen und zwar derart, dass die eingelegte Platte verschieden lang belichtet wird, indem er im Ermanglungsfalle einer auf S. 40 beschriebenen Zeiss'schen Cassette den Schieber nicht auf einmal ganz öffnet, sondern in passenden Zeiträumen stückweise herauszieht. Beispielsweise zieht man im Anfange den Schieber so weit, dass ein etwa 2 cm breiter Plattenstreifen belichtet wird; man exponirt nun 3 Minuten, der nächste ebenso breite Streifen wird 2 Minuten exponirt, dann 1 Minute; 45 Sec., 30 Sec., 15 Sec., somit ergeben sich auf dieser Platte (12 × 16) 6 je 2 cm breite Streifen, deren Expositionszeiten 15 Sec., 45 Sec., 1 M. 30 Sec., 2 M. 30 Sec., 4 M. 30 Sec.; 7 M. 30 Sec. betragen. Natürlich muss vor jedem weiteren Herausziehen des Schiebers die Exposition mittels des obengenannten schwarzen Cartons unterbrochen werden. Derartige Aufnahmen sind dem Anfänger dringend anzurathen und möge derselbe bei dem darauffolgenden Entwickeln genau die Vorgänge und Resultate bei den einzelnen Streifen verfolgen und vergleichen, um

auf diese Art rasch eine Uebersicht über das Verhalten von unter- und überexponirten Platten zu bekommen. Bei schwierigeren Aufnahmen ist auch dem Geübten eine solche Versuchsaufnahme anzurathen, um bei der eigentlichen Aufnahme der besten Expositionszeit sicher zu sein. Auf Schärfe des Bildes darf man bei derartigen Aufnahmen nicht sehen, da durch das successive Aufziehen des Schiebers, wenn es auch mit grösster Vorsicht geschieht, fast immer kleine Verrückungen etc. vorkommen; doch lässt sich an solchen unscharfen Bildern ebensogut die Länge der Expositionszeit bestimmen.

Nach vollendeter Exposition wird der Carton eingeschaltet, der Schieber geschlossen und die Cassette in die Dunkelkammer zurückgebracht.

### C. Die Entwicklung.

Durch die Einwirkung des Lichtes auf eine Bromsilbergelatine-Platte wird bekanntlich ein chemischer, dem Auge unsichtbarer, Process eingeleitet, der darin besteht, dass sich das Bromsilber in Silbersubbromid und Brom spaltet, letzteres wird von der Gelatine aufgenommen.[1]) Das mehr oder weniger lang belichtete Bromsilber (Silbersubbromid) wird bis zu einer gewissen Grenze in einem mit der Dauer der Lichtwirkung wachsenden Grade vom Entwickler reducirt.[2]) Ueber diese Grenze hinaus wird aber durch weitere Lichtwirkung das entwicklungsfähige Bild wieder zerstört, eine Erscheinung, die unter dem Namen Solarisation bekannt und gefürchtet ist, weil ihrethalben überbelichtete Platten ein flaues, contrastloses Bild geben.

Die Entwicklung geschieht meist in Tassen aus Porzellan oder Papiermaché, in welche man unmittelbar vor der Entwicklung die frisch gemischte Entwicklungsflüssigkeit bringt und dann erst die Platte mit der Schicht nach oben hineinlegt.

Hier seien nur wenige Vorschriften zur Herstellung von Entwicklern mitgetheilt; jeder dieser Entwickler besitzt aber so vorzügliche Eigenschaften, dass er für alle Fälle der Mikrophotographie vollständig ausreicht.

#### I. Der Oxalatentwickler.

Lösung 1: 1 Th. neutrales oxalsaures Kali (nicht Kleesalz) in 3 Th. destillirtem Wasser; oder eine kalt gesättigte Lösung dieses Salzes.

1) Nach Carey Lea, Am. Journ. of Science. Mai 1887. Bd. 33, S. 349, verwandelt sich das Bromsilber durch Belichtung zum Theil in Photobromid.

2) Vergl. Eder, Ausführl. Handb. d. Phot., Bd. I, S. 69.

Lösung 2: 1 Theil Eisenvitriol gelöst in 3 Theilen destillirtem Wasser, oder auch eine kalt gesättigte Lösung dieses Salzes; hierzu auf 100 ccm Lösung 1—2 Tropfen concentrirter Schwefelsäure oder 5 Tropfen Eisessig. Die Lösung muss immer klar sein und darf keine braune Trübung zeigen; anderenfalls sind Schleier fast unausbleiblich.

Man stelle von dieser Lösung stets nur geringen Vorrath (höchstens für eine Woche) her und verwahre diesen in einer gut verschlossenen Flasche, noch besser in mehreren vollständig angefüllten kleineren Flaschen.

Lösung 3: 1 Theil Bromkalium in 10 Theilen Wasser.

Lösung 4: 0,5 Theil unterschwefligsaures Natron in 100 Theilen Wasser.

Zur Herstellung des Entwicklers mische man in der Tasse, unmittelbar vor dem Gebrauche, 3 Raumtheile Lösung (1) und 1 Raumtheil Lösung (2). Dieser so hergestellte Entwickler ist bei richtig exponirten Platten ohne jeden Zusatz, höchstens mit 1—2 Tropfen der Lösung 3 (auf ca. 50 ccm Entwickler), zu verwenden. Die Platte wird nun, wie erwähnt, mit der Schicht nach oben in die Tasse gelegt und durch passendes Schwenken derselben verhindert man, dass Luftbläschen auf der Schicht haften bleiben, welche dem Entwickler den Zutritt hemmen würden. Man achte auch darauf, dass beim Einlegen der Platte in den Entwickler letzterer sofort gleichmässig die Platten bedecke, man spare darum nicht zu sehr mit der Entwicklungsflüssigkeit. War die Platte richtig exponirt, so fängt das Bild in ca. 10—30 Secunden an dem Auge sichtbar zu werden, und ist meist in 2—5 Minuten fertig entwickelt. Während dieser Zeit muss nun das Bild, um für den Fall einer nicht gut gewählten Expositionsdauer die entsprechenden corrigirenden Zusätze zufügen zu können, mehrmals aus der Tasse genommen und möglichst rasch in der Durchsicht gegen das rothe Licht der Lampe betrachtet werden. Zeigt das Bild hierbei wohl gute Contraste zwischen den lichten und dunklen Partien, wollen aber in den Schatten, auch bei längerem Entwickeln, keine Details erscheinen (entweder etwas hart arbeitende Platten, oder Unterexposition), so können sie durch Zusatz von einigen (1—6) Tropfen der Lösung (4) meist herausgeholt werden, nur beachte man hierbei, dass man stets beim Zugeben irgend einer Lösung die Platte aus der Tasse nimmt und sie erst nach der Mischung wieder hineinlegt. Zum leichten Abzählen der Tropfen bei Lösungen bedient man sich am besten der nebenstehend

abgebildeten Tropfflaschen, Fig. 144 und 145, bei welchen der Glasstöpsel des Fläschchens mit zwei kleinen Rinnen versehen ist, von denen die eine bei entsprechender Stellung dem Tropfen den Ausfluss gewährt, während die andere, mit einen Loch im Flaschenhalse communicirend, der Luft den Eintritt gestattet. Bei Drehung des Stöpsels um 90 Grad ist die Flasche geschlossen. Zeigt sich hingegen das Bild sammt allen Details auf der Platte, ist aber nirgends ein bedeutender Unterschied zwischen Licht und Schatten vorhanden, so ist dieses sogenannte flaue Bild ein sicheres Zeichen von Ueberexposition und es muss schnell Bromkaliumlösung (Lösung 3) und zwar ein bis mehrere Tropfen, in schlimmen Fällen bis $1^1/_2$ ccm pro 100 ccm Entwickler, zugefügt werden, um die Contraste zu erhöhen; hierauf wird sich das Bild in diesem Entwickler bedeutend

Fig. 144.

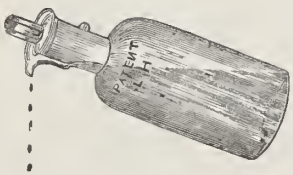



Fig. 145.

langsamer aber kräftiger entwickeln als früher. Auch mit Hilfe eines durch destillirtes Wasser verdünnteren Entwicklers, bei dem aber etwas mehr oxalsaure Kalilösung (1) zum Klarhalten angewandt werden muss, lassen sich bei leidlich gut exponirten Platten sehr schöne Bilder erzielen, welche sich allerdings viel weniger rasch entwickeln, als in unverdünntem Entwickler; aber gerade hierdurch mehr Gelegenheit und Musse lassen, die successive Entwicklung zu beobachten, um passende Zusätze vorzunehmen. Eine Mischung von 5 ccm Lösung (2), 20 ccm Lösung (1) und 25 ccm destillirtem Wasser wird dem obigen am besten entsprechen. Sollte das Bild in diesem Entwickler nach etwa 10—20 Minuten zu weich sein, d. h. zu wenig kräftig schwarze „Lichter" haben (es sind dies nämlich die hellsten Stellen des Objectes, die am Negativ also intensiv schwarz sein müssen), so kann man die Platte immerhin noch zum Schlusse für kurze Zeit in einen unverdünnten, mit 2—3 Tropfen

Lösung (3) versetzten Entwickler legen und so sich die Schwärzen kräftigen lassen. Entwicklungen mit solchen verdünnten Entwicklern können auch recht zweckentsprechend in Cüvetten, Fig. 146—147, vorgenommen werden, da in diesen der Entwickler wegen des viel geringeren Luftzutritts sich weniger rasch oxydirt und somit viel länger wirksam bleibt. In Fig. 146 stellt *A* die Cüvette, *abC* das sie stützende Stativ dar; in Fig. 147 ist *ab* der sogenannte Eintauchhaken aus Glas oder Hartgummi, mit Hilfe dessen die Platte *cd* in die Cüvette eingetaucht werden kann. Man lässt die Platte während der Entwicklung auf dem Eintauchhaken ruhen und kann sie nach vollendeter Hervorrufung mittels desselben wieder leicht aus der

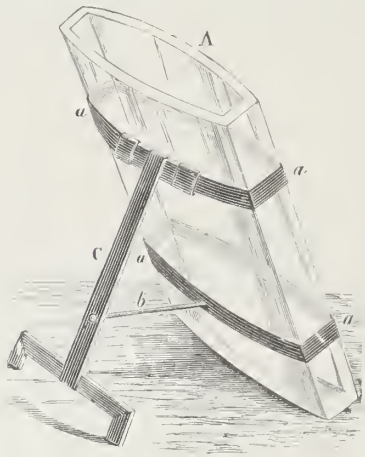



Fig. 146.

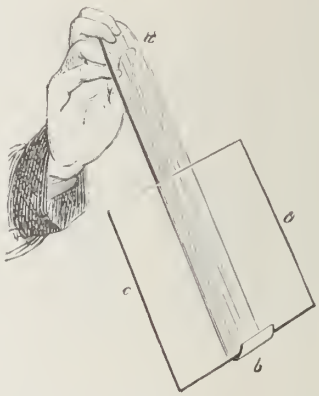



Fig. 147.

Cüvette herausnehmen. Ein öfteres Auf- und Abbewegen der Platte in der Cüvette während des Entwickelns ist zu empfehlen.

Für Fälle, wo man nicht weiss ob die Exposition eine Unter- oder Ueberexposition war, empfiehlt Eder, von Anfang an nicht die ganze Menge der Eisenvitriollösung zuzugeben, sondern nur einen kleinen Theil, etwa 1 Viertel der abgemessenen Portion; war das Bild überexponirt, so entwickelt es sich schon mit dieser geringen Menge Eisenvitriol, erscheint es aber sehr langsam, so gebe man successive die reservirte Lösung hinzu, bis das Bild kräftig genug ist, indem man die Wirkung stets früher abwartet. Durch diesen Entwicklungsmodus ist man des Erfolges sicher und man kann ein Negativ erzeugen, welches die gewünschten Eigenschaften in jedem Grade besitzt. Um, wenn nöthig, zu kräftigen, setzt man dem Ent-

wickler schliesslich noch einige Tropfen Bromkaliumlösung (3) hinzu, lasse sie aber nicht zu lange einwirken, da sie leicht zu viel Härte bewirken könnte.

Im Allgemeinen sei hier nochmals aufmerksam gemacht, dass Bromkalium im Entwickler die Entwicklung verzögert und die Contraste vermehrt, unterschwefligsaures Natron hingegen die Entwicklung beschleunigt, aber die Contraste verringert.

Auch gemeinsame, untereinander richtig abgestimmte Wirkung von Lösung (3) und (4) giebt sehr gute Resultate, nämlich schöne Nüancen und Tonabstufungen bei grosser Weichheit; ein gutes Recept hierfür ist 25 ccm Lösung (1), 8 ccm Lösung (2), 2—4 Tropfen Lösung (3) und 4—8 Tropfen Lösung (4).

Wenngleich einige Tage alter, schon einmal gebrauchter Oxalatentwickler für manche Zwecke der Photographie sehr gute Dienste leistet, möchte ich insbesondere dem Anfänger mehr empfehlen, sich zum Entwickeln von Mikrophotographien stets frischen Entwicklers zu bedienen, jedoch können ganz gut unmittelbar hintereinander mehrere Bilder in demselben Entwickler hervorgerufen werden. Es ist hiebei nur zu beachten, dass der Entwickler bei jeder darin hervorgerufenen Platte an entwickelnder Kraft verliert.

### 2. Der alkalische Pyrogallus-Soda-Entwickler.

Von der grossen Menge der bekannten Pyro-Entwickler soll hier nur der in seiner Wirkung ganz vorzügliche sog. „Soda-Entwickler“ angeführt werden.

Man bereite folgende zwei Lösungen:

I. 100 g krystallisirtes schwefligsaures Natron wird in 500 g destillirtem Wasser gelöst, dann giebt man 5—10 Tropfen Schwefelsäure zu und trägt schliesslich 14 g reinstes Pyrogallol ein.

II. 50 g krystallisirtes (oder 25 g calcinirtes) kohlensaures Natron (chemisch reine Soda) gelöst in 500 ccm destillirtem oder Regenwasser.

Lösung II hält sich unbegrenzt lange, Lösung I, in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt, längere Zeit.

Zum Entwickeln mische man drei gleiche Theile, und zwar von I und II und dann von gewöhnlichem Wasser. Das Bild erscheint und entwickelt sich in ähnlicher Zeit wie beim Oxalatentwickler. Der Entwickler kann für mehrere Platten gebraucht werden, wenn man ihn in den Zwischenpausen in einer gut verstöpselten Flasche aufbewahrt; solcher schon einmal gebrauchter Entwickler arbeitet aber

contrastreicher, so dass er in Fällen von Ueberexposition besonders vortheilhaft zu verwenden ist. Nur muss bemerkt werden, dass sich solcher fertig gemischter Entwickler höchstens ein paar Tage, selbst in gut verschlossenen und vollgefüllten Flaschen hält. Aehnlich wie beim Oxalatentwickler wirkt auch hier eine Bromkaliumlösung (1 Theil Bromkalium auf 10 Theile Wasser), von der man bei geringerer Ueberexposition 1—3 Tropfen pro 50 ccm Entwickler, bei sehr starker bis zu 5 ccm zusetzt. Als Beschleuniger wirkt hier am besten verdünntes Ammoniak (1 Theil Ammoniak auf 3 Theile Wasser), von dem man, falls sich die Details in den Schatten nicht gut entwickeln, 1—3 Tropfen zusetzt. Das Hinzufügen dieser Zusätze geschieht in ganz ähnlicher Weise, wie es oben beim Oxalatentwickler angegeben wurde. Sehr zufriedenstellende Resultate erhält man, besonders bei kleinen Ueberexpositionen, auch hier mit einen Entwickler, der etwas mehr mit Wasser verdünnt ist; wie z. B. 10 ccm Lösung I und 10 ccm Lösung II mit 20—30 ccm Wasser, nur erhöht sich hierdurch natürlich die Dauer der Entwicklung bedeutend.

### 3. Modificirter Cramer'scher Entwickler.

Dieser Entwickler bietet für unsere Zwecke mehrere Vortheile. Er liefert sehr klare, schleierfreie Bilder, die zwar etwas hart sind, was aber gerade bei mikrophotographischen Aufnahmen fast niemals schädlich ist, zweitens besteht er nur aus einer einzigen, eigens anzufertigenden Lösung und diese hält sich in gut verschlossenen Gefässen nahezu unbegrenzt lange.

Man stelle in einem Becherglase folgende Lösung her:

| | |
|---|---|
| Destillirtes oder Regenwasser . . . | 150 ccm, |
| Brom-Ammonium . . . . . | 6,4 g, |
| Brom-Kalium . . . . . | 10 g, |
| Schwefligsaures Natron, granulirt . | 20 g. |

Man löse vollständig und gebe dann hinzu: chemisch reine Schwefelsäure, conc., 2,8 ccm, mische und setze zu: Pyrogallussäure, chem. rein, 20 g, diese löst sich fast momentan. Dann schütte man das Ganze, das nun stark nach schwefliger Säure riecht, sofort in eine mit sehr gut eingeriebenem Glasstöpsel versehene Flasche von 200 ccm Inhalt, spüle das Becherglas mit etwas destillirtem Wasser nach und gebe dann noch destillirtes Wasser hinzu, bis die Flasche vollständig gefüllt ist.

Zum Gebrauche fülle man, um die Vorrathsflasche nicht allzuoft öffnen zu müssen, da hiedurch der Entwickler nach und nach leiden würde, eine kleine Flasche von etwa 30—50 ccm Inhalt.

Der fertige Entwickler wird erst im Momente des Gebrauches hergestellt, und zwar durch Mischen von 100 ccm Wasser, 2—7 ccm Entwicklungsflüssigkeit und 9—32 Tropfen verdünntes Ammoniak (1 : 1 Wasser). Auf je 1 ccm Entwickler bedarf man 0,15 ccm = 3 bis 5 Tropfen Ammoniak (1 : 1 aq.); der Entwickler bekommt hierdurch einen schwach ammoniakalischen Geruch. Man gebe lieber im Anfange um 2—3 Tropfen Ammoniak weniger zu und warte 30 Secunden bis 1 Minute, ob sich das Bild zeigt; erscheint es während dieser Zeit schon deutlich sichtbar, so gebe man zuvörderst kein Ammon mehr zu, sondern lasse es sich darin kräftigen; wird es hierbei nach weiteren 2—4 Minuten etwas zu hart, so gebe man noch etwas Ammon (2—10 Tropfen) zu und lasse es in diesem Entwickler noch kurze Zeit (etwa 1 Minute), d. h. so lange, bis dieser kräftigere Entwickler die fehlenden Partien in den Schatten herausgeholt hat. Sollte hingegen das Bild in dem mit wenig Ammoniak versetzten Entwickler schon zu rasch und flau herauskommen, so müssen wir, wie bei den oben besprochenen Entwicklern, einige Tropfen bis 1 ccm Bromkalilösung (1 : 10) zusetzen. (Möglicherweise ist auch zu concentrirtes Ammon Schuld an dieser Erscheinung, man bringe die Platte in neuen Entwickler mit weniger Ammonzusatz.) Kommt dagegen das Bild in dem mit verringertem Ammonzusatz hergestellten Entwickler nach einer Minute noch gar nicht zum Vorschein, so gebe man zwei Tropfen und nach 30 Secunden wieder zwei Tropfen Ammoniak zu u. s. w., bis das Bild langsam zu erscheinen beginnt; dann behandle man es wie oben angegeben, d. h. man lasse es kräftigen und gebe eventuell zum Schlusse der Entwicklung noch einige Tropfen Ammoniak zu. Dieser Entwickler kann ebenso wie der frühere mit Vortheil in einer Cüvette angewandt werden.

#### 4. Der Hydrochinon-Entwickler.

Dieser Entwickler zeichnet sich dadurch aus, dass die Platten eine ähnliche Färbung wie durch den Oxalat-Entwickler erhalten und dass die entwickelten Bilder sehr weich und schön sind, sowie auch dadurch, dass Hände und Wäsche durch denselben kaum merklich beschmutzt werden. Frischer Hydrochinon-Entwickler muss stets mit einigen Tropfen Bromkalilösung versetzt werden, da sonst dünne verschleierte Bilder entstehen. Man kann mit ein und demselben Entwickler mehrere Platten nach einander hervorrufen, da sich dieser Entwickler beim Stehen nicht bräunt; es empfiehlt sich aber hiebei, die Tasse während der Entwicklung einigemale zu schaukeln.

Lösung A:
10 g Hydrochinon,
40 g Natriumsulfit,
400 ccm Wasser.

Lösung $B_1$:
20 g Pottasche,
200 ccm Wasser.

Lösung $B_2$:
20 g Soda, kryst.,
160 ccm Wasser.

Um den Entwickler anzusetzen, mischt man 40 ccm Lösung A mit 20 ccm Lösung $B_1$. Die Entwicklung dauert mit diesem Entwickler etwas länger als mit dem Pyro-Soda-Entwickler, nämlich circa 4—8 Minuten. Verwendet man 40 ccm Lösung $B_1$ mit 20 ccm Lösung A, so erhält man bei kürzerer Entwicklungsdauer mehr Kraft; auch gleiche Theile von Lösung A und $B_1$ geben sehr gute Resultate. Ein schwacher grauer Schleier, der sich zuweilen während der Entwicklung zeigt, verschwindet meist beim Fixiren wieder zum grössten Theile.

Anstatt der Lösung $B_1$ kann auch die Lösung $B_2$ verwendet werden, man mischt für einen solchen Entwickler z. B. gleiche Theile von Lösung A und $B_2$; auch zwei Theile A auf einen Theil $B_2$ giebt einen guten Entwickler.

Als Verzögerer dient auch hier eine Lösung von Bromkalium 1:10; wie schon oben erwähnt, empfiehlt sich insbesondere bei frisch angesetztem Entwickler der Zusatz einiger Tropfen dieser Lösung.

### 5. Der Eikonogen-Entwickler.

Unter dem Namen Eikonogen kommt seit kurzem ein Präparat in den Handel (Natriumsalz der Amido-β-naphthol-β-monosulfosäure), welches sich als Entwickler in kurzer Zeit viele Freunde erworben hat. Der damit hergestellte Hervorrufer bleibt ebenso wie der Hydrochinon-Entwickler klar und ist obendrein nicht giftig. Er gestattet, durch Zusatz von Bromkalilösung (1 : 10) ziemlich bedeutende Ueberexpositionen auszugleichen. Ein Recept zur Herstellung des Entwicklers ist folgendes:

Lösung I. 40 g schwefligsaures Natron werden in 600 ccm destillirtem Wasser gelöst; hierauf werden 10 g Eikonogen zugefügt und zur Lösung gebracht.

Lösung II. 75 g krystallisirte Soda (gewöhnliche käufliche Waschsoda) werden in 500 ccm destillirtem Wasser gelöst. Unmittelbar

vor dem Gebrauche mische man 3 Volumen Lösung I und 1 Volumen Lösung II und setze eventuell einige Tropfen Bromkalilösung (1 : 10) zu.

Man kann diesem Entwickler bei Ueberexposition etwas Wasser und noch mehr Bromkalilösung zusetzen.

Nach dem Entwickeln wird die Platte abgespült und entweder erst in ein Alaunbad (s. u.) gebracht, oder in dem unten beschriebenen, von Eder empfohlenen, mit Natriumsulfitlauge versetzten, sauren Fixirbade fixirt.

### D. Das Fixiren.

Ehe man aus den fertig entwickelten Negativen das überschüssige (unzersetzte) Bromsilber durch ein Bad von unterschwefligsaurem Natron entfernt, müssen insbesondere in Eisenoxalat entwickelte Negative gut gewaschen werden[1]), was entweder durch sehr gutes Abspülen unter einer Brause, oder besser durch Einlegen (10 bis 20 Minuten) in eine mit Brunnenwasser gefüllte Tasse erreicht wird.[2]) Auch nach dem Pyro-Entwickler ist gutes Abspülen zu empfehlen, nach diesem ist aber noch ganz besonders ein Alaunbad (Einlegen der Negative durch fünf Minuten in gesättigte Alaunlösung) angezeigt, da durch dieses Bad die gelbe Färbung der mit Pyro entwickelten Negative beseitigt wird, was nicht nur für das Aussehen der Negative, sondern auch des viel rascheren Copirens halber sehr vortheilhaft ist. Man lege zu diesem Behufe die Negative erst in eine mit Wasser gefüllte Tasse (5 Minuten) und bringe sie dann in eine concentrirte Alaunlösung (1—5 Minuten); längeres Verweilenlassen in der Alaunlösung möchte ich nicht anrathen, da die Gelatineschicht dadurch so sehr gegerbt wird, dass später eventuell vorzunehmende Verstärkungen etc. erschwert werden. Nach dem Baden in der Alaunlösung wird die Platte nochmals gut gewaschen.

Das Fixiren selbst kann, wenn die Platten sehr gut abgespült und nach der Pyro-Entwicklung eventuell in Alaun gebadet wurden, bei Lampenlicht, ja sogar bei schwachem Tageslicht geschehen; doch möchte ich immerhin dringend empfehlen, diese Arbeit auch noch im Dunkelzimmer zu vollführen.

---

1) In das unterschwefligsaure Natron gelangendes Eisensalz erzeugt einen gelbbraunen Niederschlag, der die Negative gelb färbt.

2) Man hüte sich bei in Oxalat entwickelten Negativen das Waschwasser in einem Strahle auf ein und denselben Punkt der Platte laufen zu lassen, da an dieser Stelle, zufolge des Kalkgehaltes des Wassers, ein grauer Niederschlag von oxalsaurem Kalk entstünde.

Die Fixirungslösung besteht aus 10 g unterschwefligsaurem Natron auf 40—80 ccm Wasser, sie wird entweder in einer Tasse oder in einer Cüvette angewandt. Man kann die Lösung für mehrere Platten anwenden, doch sollte man nicht zu alte Fixirbäder gebrauchen, da sich in solchen zuweilen die Schicht ablöst, besonders, wenn kein Alaunbad vorangegangen ist. Hier muss bemerkt werden, dass letzteres auch noch den Dienst leistet, ein Kräuseln oder gar Abschwimmen der Gelatinehaut vom Glase zu verhindern, und es kann deshalb in jenen Fällen, wo sich hierzu Tendenz zeigt, auch nach dem Fixiren noch ein Alaunbad angewandt werden. Es ist dies dann der Fall, wenn sich am Plattenrande kleine Falten zeigen; es ist nur nochmals zu bemerken, dass die Gelatineschicht von derartigen in Alaun gebadeten Platten viel langsamer Wasser durchlässt, da sie gegerbt ist, man muss deshalb solche Platten viel länger und sorgfältiger waschen. Die Platten müssen so lange im Fixirbade bleiben, bis jede Spur von gelblichweissem Bromsilber, von der Rückseite der Platte aus gesehen, verschwunden ist, aber es ist dringend anzurathen, auch wenn dieses Merkmal schon eingetreten ist, die Platte noch einige Minuten im Bade zu belassen. Bei käuflichen Platten dauert das Fixiren selten länger als 3—5 Minuten; selbstgegossene brauchen, wegen meist grösserer Dicke der Schicht, etwas länger. Einfacher und ebenso günstig gestaltet sich das Resultat, wenn das Alaunbad mit dem Fixirbad vereinigt wird. Man mischt zu diesem Behufe 100 ccm concentrirte Fixirnatronlösung mit 75 ccm concentrirter Alaunlösung und lässt diese Mischung durch 12 Stunden ruhig stehen, um dem sich bei der Mischung ausscheidenden höchst fein vertheilten Schwefel Zeit zu lassen, sich zu Boden zu setzen. Ist dies geschehen, so giesst man die klare Flüssigkeit ab und verwendet sie als Fixirbad. Sie ist ca. eine Woche lang haltbar. Auch das von A. Lainer angegebene Recept eines Alaun-Fixirbades ist sehr vortheilhaft. Man mischt hiezu: 100 ccm concentrirte Alaunlösung, 25 ccm concentrirte Lösung von schwefligsaurem Natron und 100 ccm concentrirte Fixirnatronlösung. Dieses Gemisch ist klar und deshalb sofort zum Gebrauche bereit.

In neuester Zeit wird von Eder[1]) ein Zusatz von Natriumsulfitlauge zum Fixirbade, speciell nach dem Pyrogallus- und Hydrochinonentwickler aufs Wärmste empfohlen, da durch diesen Zusatz eine Gelbfärbung der Schicht verhütet wird. Die Natriumsulfitlauge, kurzweg

1) Phot. Corresp. pro 1889, S. 423.

Sulfitlauge genannt, ist eine mit schwefliger Säure übersättigte Natriumbisulfit-Lösung, die durch sehr langes Einleiten von Schwefeldioxyd in eine Lösung von kohlensaurem Natron erhalten wird. Zum Gebrauche mischt man zu einem Liter Fixirnatron-Lösung (Concentration 1:4) ca. 50 ccm Sulfitlauge. Das Fixirbad kann sofort verwendet werden. Auch nachträglich können durch alte Fixirbäder oder schlechten Entwickler gelb gewordene Negative durch vorhergehendes Abspülen mit Wasser und darauffolgendes Einlegen in eine Tasse mit Wasser, dem mehrere Cubikcentimeter Sulfitlauge nebst etwas Salzsäure (um noch mehr Schwefeldioxyd frei zu machen) zugesetzt wurden, in kurzer Zeit von ihrer Gelbfärbung befreit werden.

Die Sulfitlösung ist jetzt schon in allen Handlungen für photographische Bedarfsartikel käuflich; sie hält sich in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt ziemlich lange. Das mit Sulfitlauge versetzte Fixirbad ist mehrere Tage brauchbar; durch neuerlichen Zusatz von etwas Sulfitlauge kann es einigemale verbessert werden, bis es in Folge Erschöpfung des Fixirnatrons langsam zu arbeiten beginnt.

### E. Waschen der fixirten Platten.

Die fixirten Platten müssen einer sehr guten Auswaschung von der in Fixirnatron gelösten Silberverbindung (unterschwefligsaures Silberoxydnatron) unterzogen werden, die man am besten und ein-

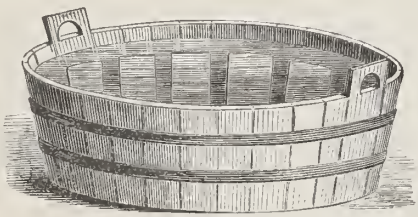


Fig. 148.

fachsten erreicht, indem man die Platten in eine Tasse mit öfters (3—4mal) erneuertem Wasser legt, worin sie mindestens 3 bis 5 Stunden bleiben sollen. Sehr bequem ist auch ein flaches, weites Holzgefäss, in das man die Platten stellt, s. Fig. 148. Nur derartig gut gewaschene Platten werden sich weder bei längerer Belichtung färben, noch irgend welche Fehler bei einer eventuell vorzunehmenden Verstärkung, oder Abschwächung zeigen. Im Handel ist eine ganze Reihe von Wässerungsapparaten zu haben, doch dürfte für den Mikrophotographen die geschilderte Methode ausreichen. Schliesslich werden die Negative auf einem Negativgestelle (s. Fig. 139) zur Trockene gestellt.

## F. Verstärkung der Negative.

Es ist oft nicht leicht zu erkennen, ob man an das Verstärken eines Negativs schreiten soll, gewiss soll dies nicht so oft geschehen, als es von Anfängern in der Photographie thatsächlich geschieht. Man muss sich nämlich vor allem vor Augen halten, dass durch das Verstärken ein Negativ viel contrastreicher wird, da ja die tiefen Schatten, also die hellen, durchsichtigen Stellen des Negativs beim Verstärken auch durchsichtig bleiben, denn wo von vornherein kein Silberniederschlag ist, kann er natürlich auch nicht verstärkt werden; hingegen werden die Lichter (dunklen Stellen des Negativs) durch Verstärkung absolut undurchsichtig, erscheinen somit auf einer Papiercopie rein weiss. Es geht daraus hervor, dass Verstärkung bei einem ohnehin schon etwas harten (contrastreichen) Negativ kaum zu einem guten Resultate führen kann, da durch diese Manipulation die zarten Mittel- und Uebergangstöne fast ganz verschwinden und wir dann auf der Copie nur eine aus Weiss und Schwarz bestehende, harte Zeichnung erhalten. Anders bei etwas flauen Negativen, diese gewinnen durch passende Verstärkung meist sehr an Brillanz.

Man versuche bei kraftlosen Negativen, wenn nach dem Gesagten nicht das Verstärken ganz unbedingt nöthig ist, lieber die im Capitel über Copirmethoden angegebenen Kunstgriffe (Copiren bei schwachem Lichte etc.), ehe man ans Verstärken schreitet.

### 1. Quecksilberverstärkung mit Natriumsulfitschwärzung.

Das nach dem Fixiren bestens gewaschene Negativ wird in Alaunlösung gebadet (zur Entfernung der letzten Spuren von Fixirnatron), dann wieder gewaschen ($^1/_2$ Stunde) und getrocknet, hierauf wird es in eine Tasse mit folgender Lösung gelegt und darin belassen, bis das Bild nach Wunsch undurchsichtig geworden ist. Die Lösung besteht aus

100 Theilen Wasser,
2 „ Bromkalium,
2 „ Quecksilberchlorid (Sublimat).

Negative, die nur einer geringen Verstärkung bedürfen, lässt man nur so lange in der Lösung, bis sie oberflächlich grau sind, will man aber kräftig verstärken, so muss die Platte so lange darin verweilen, bis sie auch, von der Rückseite gesehen, weiss ist; dann wird gut abgespült; sorgfältiges Auswässern ist jedoch überflüssig.

Das Schwärzen geschieht jetzt mit einer Lösung von neutralem, schwefligsaurem Natron (1 Theil Natriumsulfit auf 10 Theile Wasser),

in welcher man die Platte so lange belässt, bis sie durch und durch schön grauschwarz geworden ist, dann wird sie durch Einlegen in öfter gewechseltes Wasser (ca. 1 Stunde) gut gewaschen, abgespült und getrocknet.

Sehr contrastreiche Negative, welche zu harte Copien geben, liefern bedeutend schönere, abgestuftere Abdrücke, wenn man sie bloss in die obige Quecksilberlösung legt, bis sie theilweise, oder, wenn nöthig, durch und durch weiss geworden sind. Hierauf werden sie, ohne sie zu schwärzen, gewaschen, trocknen gelassen und dann copirt.

Um Negative partiell zu verstärken, lässt man sie nach dem, dem Alaunbad folgenden Waschen durch einige Minuten in verticaler Stellung abtropfen und bepinselt sie mit einem in obige Quecksilberlösung (der man etwas dicke Gummi arabicum-Lösung zusetzen kann, um einem zu starken Auseinanderfliessen der Lösung vorzubeugen) getauchten Pinsel an jenen Stellen, wo man eine Verstärkung wünscht, dann wäscht man und schwärzt die verstärkten Stellen durch Einlegen der Platte in obige Natriumsulfitlösung (1 : 10 aq.).

#### 2. Quecksilberverstärkung mit Ammoniakschwärzung.

Das bestgewaschene Negativ wird (ohne es vorher trocknen zu müssen) in eine Lösung von Quecksilberchlorid in Wasser (1 Theil Quecksilberchlorid auf ca. 50 Theile Wasser) gelegt, bis es weiss geworden ist, dann mindestens 2—3 Stunden in öfter gewechseltem Wasser gewaschen, dann in verdünntes Ammoniak (1—5 Vol. Ammoniak, 50 Vol. Wasser) gelegt, bis es schwarz geworden ist und schliesslich getrocknet. Verdünnteres Ammon (1:50 aq) giebt flauere, concentrirteres (1 : 10) härtere Negative.

#### 3. Quecksilberverstärkung mit Schwefelammonschwärzung.

Noch viel kräftiger als die obige Verstärkung wirkt eine solche, wo bei gleicher vorhergehender Manipulation, statt Ammoniaklösung, eine Mischung von 100 ccm Wasser mit 5—10 ccm Schwefelammon zum Schwärzen des Negatives verwendet wird. Natürlich muss nach dem Schwärzen die Platte wieder einige Zeit gewaschen und dann erst getrocknet werden.

### G. Abschwächen zu kräftiger Negative.

Um ein gleichmässiges Abschwächen zu dichter Negative zu erzielen, eignet sich in ganz vorzüglicher Weise eine sehr verdünnte Lösung von rothem Blutlaugensalz (1 Theil Blutlaugensalz auf 100

Wasser), in welche man die Platte, je nach der gewünschten Abschwächung kürzere oder längere Zeit einlegt und dann gut abspült und bestens auswässert. Sehr gut wirkt auch eine Mischung von 5—10 ccm einer Lösung von rothem Blutlaugensalz (1 : 10 aq.) auf 100 ccm Fixirnatronlösung (1 : 8 aq.), in die man die Platten einlegt.

### H. Verbesserung von Negativen mit speciellen Fehlern.

1. Negative mit sehr zarten Halbschatten aber sehr dichten Lichtern, wie sie in Folge von Unterexposition bei langer Entwicklung, oder bei zu grossem Bromkaliumzusatz zum Entwickler nicht selten resultiren, kann man in folgender Weise bedeutend verbessern.

Man badet das gewaschene Negativ in einer Lösung von 3 Theilen Salzsäure, 1 Theil doppeltchromsaurem Kali und 100—150 Theile Wasser nebst 5 g Alaun (um das Ablösen der Schicht zu verhindern), bis es auch von der Rückseite aus gesehen ganz weiss geworden ist; hierdurch ist das Bild jetzt in Chlorsilber übergeführt. Nun wird es bestens in mehrfach gewechseltem Wasser gewaschen, bis die Schicht nirgends mehr gelblich erscheint, und dann wird die Platte in gewöhnlichen Oxalat-Entwickler gelegt und von diesem, so wie er nach und nach eindringt, entwickelt. Man darf die Platte, um ein weiches Bild zu erhalten, nicht zu lange im Entwickler lassen, weil eben nur eine partielle Reduction eintreten soll. Ist die Einwirkung des Entwicklers genügend weit vorgeschritten, so wird die Platte gewaschen, fixirt, nochmals bestens gewaschen und hierauf getrocknet.

2. Um einzelne zu dichte Stellen in einem Negativ abzuschwächen ist die von Lenhard[1]) und Brooks[2]) empfohlene Methode ganz sicher. Man tauche einen reinen Leinenlappen, oder bei sehr kleinen Stellen ein biegsames Holzstäbchen in absoluten Alcohol und reibe hiermit unter mässig starkem Druck die zu dunkle Partie der trockenen Platte ab, bis sie sich allmählich aufhellt.

Ebenso gut eignet sich zu diesem Behufe feinst gepulvertes Os sepiae, das mit dem Finger (bei grösseren Stellen) oder mittels eines Holzstäbchens (bei kleineren Partien) auf der trockenen Platte verrieben wird, wodurch dieselbe an der betreffenden Stelle viel transparenter wird

3. Um eine selbst bei der grössten Vorsicht vorkommende, zu starke Quecksilberverstärkung abschwächen zu können, bedient man

1) Phot. Mitarbeiter 1885, S. 25.
2) Brit. Journ. of Phot. 1888, S. 343.

sich am einfachsten einer $^1/_2$—2 procentigen Lösung von unterschwefligsaurem Natron, in der man die Platten bis zur gewünschten Aufhellung ($^1/_4$ bis mehrere Stunden) verweilen lässt, um sie dann nach gründlichem Waschen zu trocknen.

### J. Entwickeln und Fixiren orthochromatischer Platten.

Hinsichtlich der Entwicklung von orthochromatischen Platten muss hier nur erwähnt werden, dass dieselbe im Allgemeinen ganz in analoger Weise geschieht, wie bei den gewöhnlichen Platten. Wir haben nur beim Einlegen in den Entwickler, sowie beim Entwickeln selbst dafür Sorge zu tragen, dass die Platte durch Zurückdrehen der Lampe, Bedecken der Tasse u. dergl. auch vor der Einwirkung des rothen Lichtes thunlichst geschützt werde; auch das Beobachten der fortschreitenden Entwicklung im durchfallenden rothen Lichte muss selbstverständlich mit möglichster Raschheit geschehen.

Professor Eder empfiehlt folgenden Entwicklungsmodus für orthochromatische Platten: Man beginnt die Entwicklung mit altem, schon einmal gebrauchtem Eisenoxalat-Entwickler, deckt die Tasse vollständig zu und sieht nach einigen Minuten nach. Bei richtiger Exposition beginnt das Bild langsam zu erscheinen, nach 5—10 Minuten sind ziemlich alle Details erschienen, aber das Bild ist häufig noch zu schwach. In letzterem Falle fügt man die Hälfte oder gleich viel frischen Entwickler hinzu und entwickelt noch ca. 10 Minuten lang. Bei schwierigen Objecten dauert die Entwicklung bis 30 Minuten; derartig langsam entwickelte Bilder sind immer schöner als rasch entwickelte. Besonders zu bemerken ist nur noch, dass sich beim Entwickeln der orthochromatischen Platten das Bild immer mehr „zudeckt“ als bei gewöhnlichen Platten, das heisst, dass die Oberfläche der Platte mehr oder minder gleichförmig grau wird, und das Bild in der Aufsicht fast völlig verschwindet, wohl aber in der Durchsicht gut kenntlich ist. Nach dem Fixiren kommt das Negativ aber klar und schön gezeichnet zur Geltung.

Die anderen Manipulationen, wie Waschen und Fixiren, sind bei den orthochromatischen Platten mit den für die gewöhnlichen Platten beschriebenen vollkommen identisch.

Falls orthochromatische Platten zum Schlusse noch eine deutliche Rothfärbung von dem zugesetzten sensibilisirenden Farbstoff zeigen, kann dieselbe meist leicht durch ein Bad in 95procentigem Alkohol entfernt werden.

### K. Das Lackiren der Negative.

Wenngleich die getrockneten Gelatinenegative ziemlich widerstandsfähig sind, und man ganz gute Probedrucke, insbesondere auf käuflichem, haltbar gesilbertem Albuminpapier machen kann, da bei diesem die Gefahr, dass es noch etwas feucht ist, ausgeschlossen ist, so sollte man doch nicht versäumen, die Gelatineseite solcher Negative, die länger aufbewahrt werden sollen und von denen man mehrere Copien zu machen gedenkt, mit einer Lackschicht zu überziehen. Sowohl solche Negative, von denen man noch unlackirt einen Probedruck machen will, wie besonders diejenigen, welche man zu lackiren wünscht, müssen zum Zwecke des vollständigen Austrocknens noch mehrere Stunden lang, nach dem scheinbaren Trocknen, an der Luft stehen.

Man unterscheidet bei den käuflichen Negativlacken sogenannte Kalt- und Warmlacke: erstere werden auf die kalte, letztere auf die vorher gleichmässig auf ca. 50 Grad C. erwärmte Platte[1]) aufgetragen. Warmlacke dringen besser in die Schicht ein und machen sie noch widerstandsfähiger, doch verleihen für unsere Zwecke wohl meist auch Kaltlacke genügenden Schutz. Die käuflichen Negativlacke sind für Collodionbilder bestimmt und können, da bei Gelatinenegativen ihrer ohnehin grösseren Dauerhaftigkeit wegen keine so starke Lackschicht erforderlich ist, mit beiläufig dem gleichen Volumen absoluten Alcohols verdünnt werden.

Das Lackiren einer Platte geschieht in ganz analoger Weise wie das weiter unten bei Besprechung des Collodion-Verfahrens beschriebene und abgebildete Collodioniren einer Platte. Der Lack wird in die Mitte der vorher abgestaubten, mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand horizontal gehaltenen Platte in genügender Menge aufgegossen und dann durch leichtes Neigen der einzelnen Ecken in dieselben fliessen gelassen (zuerst in die Ecke rechts vorn, dann rechts hinten, dann in die Anfassecke, dann links vorn in die Ablaufecke), schliesslich wird an der linken vorderen Ecke der Ueberschuss durch langsames Heben der Platte bis zur verticalen Lage ablaufen gelassen. Man bewegt dann die Platte noch einige Zeit schaukelnd in der verticalen Lage, wobei die Ablaufecke über der Flasche ruhen bleibt, um die letzten ablaufenden Tropfen aufzusammeln; dann stellt man die Platte in verticaler Stellung zur Trockene.

1) Man erwärmt soweit, dass der Handrücken die Wärme noch gut ertragen kann.

Sollte ein lackirtes Negativ nachträglich wieder von der Lackschicht befreit werden müssen, sei es, dass das Lackiren nicht gleichmässig ausgefallen ist, oder dass nachträglich noch eine Verstärkung oder Abschwächung des Bildes sich als günstig herausstellt, so braucht man die Platte nur durch 15 Minuten in eine Tasse mit 95procentigem Alcohol zu legen, dann darin mit einem weichen Leinenlappen oder Baumwollbäuschchen gut abzureiben. Hierauf muss die Platte mit Alcohol abgespült und nochmals für $^1/_2$—1 Stunde in frischen Alcohol gelegt werden. Man spare hierbei nicht mit Alcohol, da sonst beim Verstärken oder dergleichen, schwer zu beseitigende Flecke resultiren. Nach dem zweiten Alcoholbade lege man die Platte in eine Tasse mit Wasser und lasse sie so lange darin, bis die sich anfangs auf derselben beim Herausheben aus dem Wasser zeigenden öligen Ablaufstreifen verschwunden sind; ist dies geschehen, so kann man an die gewünschte Manipulation (Verstärken oder dergl.) schreiten.

**L. Aufbewahren und Etiquettirung der Gelatine-Negative.**

Am zweckmässigsten ist es, zwischen je zwei fertige, lackirte Negative ein mit diesen gleich grosses Blatt reinen, weissen Löschpapieres zu legen und ein Packet solcher Platten zur Abhaltung von Staub gut mit Papier zu umhüllen. Vor dem Verpacken sollte man aber nie versäumen, die Platten entsprechend zu etiquettiren, da es sonst oft nach längerer Zeit schwer und zeitraubend ist, mit Sicherheit die gewünschten Platten wiederzufinden und zu erkennen. Die Etiquettirung kann am einfachsten durch einfaches Schreiben auf der Lackschicht mittels Tinte geschehen, wozu sich bei den proponirten länglichen Plattenformaten ($9 \times 12$, $12 \times 16$ und $13 \times 18$) wohl meist Platz finden lässt; bei kleineren Platten wird man gut thun, sie nur in ähnlicher Weise fortlaufend zu numeriren und die entsprechenden, weiteren Daten in ein Büchlein einzutragen.

## III. Das nasse Collodion-Verfahren.

Für manche Fälle der Mikrophotographie eignet sich dieses Verfahren weit besser als das mit Bromsilbergelatine-Trockenplatten; doch lässt sich im Vorhinein kaum angeben, ob eine Aufnahme besser mit dem einen oder dem anderen Verfahren gelingen werde. Auf jeden Fall hat dieses Verfahren dann den Vorzug, wenn die mikrophotographischen Aufnahmen einer weiteren Vergrösserung unterzogen werden sollen, da das Korn der Collodionplatten viel

feiner und deshalb bei Vergrösserung weniger störend ist. Wie schon anderorts erwähnt, empfiehlt es sich dann, die erste Aufnahme eines Gegenstandes bei sehr schwacher Vergrösserung herzustellen und diese Aufnahme erst nachträglich weiter zu vergrössern, wenn es sich um die Aufnahme nicht vollständig ebener Objecte handelt. Wie wir früher gezeigt haben, geben solche Objecte eben nur bei Anwendung von Objectiven mit möglichst grosser Brennweite, d. i. eben nur bei den allerschwächsten Vergrösserungen, ein scharfes Bild.

Das chemisch-physikalische Princip des Collodion-Verfahrens ist ein vollständig anderes als beim Bromsilbergelatine-Verfahren; bei letzterem wird nämlich das durch das Licht chemisch veränderte Bromsilber mit Hilfe passender Reductionsmittel (Entwickler) in metallisches Silber umgewandelt, und es entsteht also innerhalb der Gelatineschicht ein aus mehr oder minder zu Silber reducirtem Bromsilber bestehendes Bild. Anders beim Collodion-Verfahren; hier wird durch Einwirkung des Lichtes auf das Collodion dasselbe derart beeinflusst, dass auf jenen Stellen, welche das Licht getroffen hat, sich Silber niederschlägt, wenn man eine entsprechende, nach und nach metallisches Silber ausscheidende Flüssigkeit über der Collodionschicht ausbreitet; es entsteht also hier ein auf der Collodionschicht lagerndes, aus ausgeschiedenem metallischen Silber bestehendes Bild. Die Entwicklung ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, im ersteren Falle ein chemischer, im letzteren ein physikalischer Process.

### A. Bestandtheile des Collodions.

Das Collodion stellt eine Lösung von Pyroxylin, Jod- und Bromsalzen in einem Gemisch von Alcohol und Aether dar. Der Mikrophotograph wird wohl am besten thun, sich eines der im Handel befindlichen Collodien zu kaufen. Manche derselben sind schon fertig gemischt, andere werden in zwei getrennten Lösungen, einer sogenannten Jodirungs- und einer Rohcollodion-Flüssigkeit in Handel gebracht. Letztere haben den Vortheil, länger haltbar zu sein; die beiden Flüssigkeiten werden im bestimmten Verhältniss einige Zeit vor dem Gebrauche gemischt; auch die fertige Mischung hält sich, besonders an dunklen kühlen Orten aufbewahrt, 6—10 Monate und oft auch noch länger.

### B. Reinigung und Vorpräparation der Glasplatten.

Die Glasplatten, auf welche das Collodion aufgegossen werden soll, müssen mit der peinlichsten Sorgfalt geputzt werden. Platten, welche in ähnlicher Weise wie beim Gelatine-Emulsionsverfahren be-

schrieben, gereinigt wurden, müssen noch gründlich mit einem Gemische von Alcohol, Ammoniak und Tripel polirt werden. Man bringt ein wenig dieses Gemisches, welches die Consistenz eines dünnen Breies haben soll, auf die Platte und verreibt es mit einem Bausch Fliesspapier. Diese Manipulation wird sehr erleichtert, wenn man die Platte in einem Putzrahmen, s. Fig. 149, oder auf einem Putzbrett, s. Fig. 150, einspannt. In Fig. 149 ist *B* eine Leiste mit Falz, die durch die Schraube *AD* beweglich ist, *C* ist die Glastafel. In Fig. 150 ist *AB* das Putzbrett mit einem Spalte *cd* und einem verschiebbaren Brettchen *e*, welches mittels der Flügelmutter *f* fixirt werden kann. *ab* ist die Glasplatte. — Hat man die Platte genügend abgerieben, so entfernt man den Tripel mit Hilfe eines feinen Leinenlappens; dann wird sie vom Putzbrette genommen, auch hinten vom Staub etc. durch Abwischen befreit und nochmals auf der polirten Seite mit Rehleder

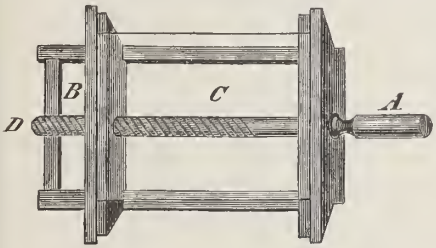



Fig. 149.

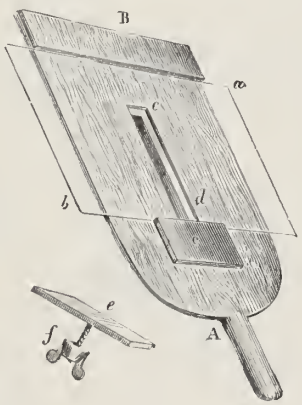



Fig. 150.

oder Leinwand nachpolirt. Dann versucht man die Platte anzuhauchen, schlägt sich der Hauch vollkommen gleichmässig auf der Platte nieder, so ist sie genügend gereinigt.

Die so präparirten Platten können nun direct mit Collodium überzogen werden, oder man wendet vorher noch einen Ueberguss von Kautschuklösung (1 g Kautschuk auf 1000—1500 g Benzol) an, wodurch das Collodium besser haftet; diese Lösung wird in gleicher Weise aufgetragen, wie der Lack auf Gelatineplatten (s. d.); nach dem Ablaufenlassen des Ueberschusses wird die Platte zur Trockene gestellt.

### C. Das Collodioniren der Platten.

Vor dem Aufgiessen des Collodions wird die Platte noch mittels eines breiten Pinsels abgestaubt und der Rand der Collodionflasche gesäubert. Man hält die Platte wie in Fig. 151 ersichtlich, giesst

Collodion in reichlicher Menge in der Mitte der Platte auf, lässt es durch Neigen der Platte in die vier Ecken fliessen und bringt die

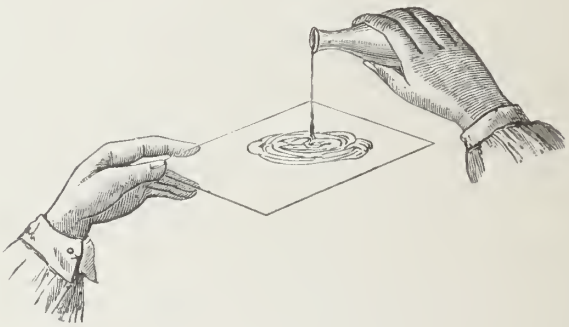


Fig. 151.

Platte schliesslich langsam in lothrechte Stellung, wobei man das überschüssige Collodion am besten in eine andere Vorrathsflasche ablaufen lässt (siehe Fig. 152). Hierbei bewegt man die Platte fortwährend in ihrer eigenen Ebene, um Streifen in der Richtung des Ablaufes zu vermeiden. Das so wieder aufgesammelte Collodion kann nach dem Absetzen von Luftblasen und Staubtheilchen und nach eventueller Verdünnung mit einem Gemisch von circa 5 Theilen Aether auf 4 Theile Alcohol wieder zum Collodioniren von Platten verwendet werden.

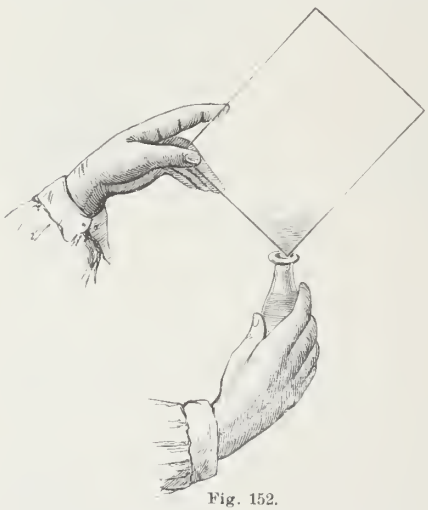


Fig. 152.

### D. Das Sensibilisiren der Platten.

Wichtig ist es, den richtigen Moment zu treffen, wo die derart präparirte Platte ins Silberbad getaucht werden muss; es ist dies jener Augenblick, wo der dicke wulstige Collodion-Tropfen, der sich an der Ablaufecke stets bildet, gallertig wird und die Schicht am Rande beim Kratzen mit dem Fingernagel in Fetzen abreisst; es dauert dies vom Momente, wo man den Ueberschuss an Collodion ablaufen lässt, je nach der Temperatur meist ca. 20 Secunden bis 1 Minute.

Das Silberbad ist eine 5—12procentige Lösung von Silbernitrat destillirtem Wasser, die mit Jodsilber nahezu gesättigt ist; es muss )n neutraler oder sehr schwach saurer Reaction sein.

Eine gute Vorschrift ist nach Eder folgende:

40 g krystallisirtes Silbernitrat,
400 ccm destillirtes Wasser,
10 ccm einer Jodkaliumlösung (1:100 aq.),
4—8 Tropfen verdünnte Salpetersäure (1:10 aq.).

Das Silberbad wird entweder in einer Cüvette angewandt, eine lethode, die ich dem Mikrophotographen mehr empfehlen möchte, der auch in Tassen, und zwar in Glastassen, da sich diese am leich-)sten und vollkommensten reinigen lassen.

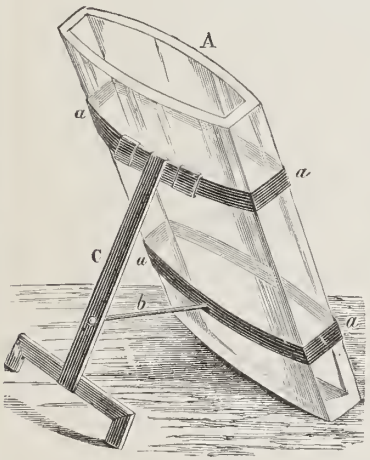



Fig. 153.

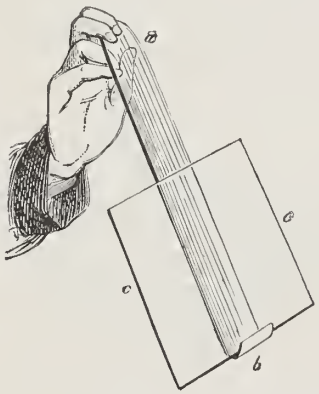



Fig. 154.

Bei Verwendung von Cüvetten wird die Platte *cd*, wenn das )ben beschriebene Stadium eingetreten ist, auf den Silberbadhaken s. Fig. 154) *ab* derart gestellt, dass die Ablaufecke des Collodiums ach unten zu stehen kommt. Dann wird die Platte in die mit dem ilberbad gefüllte Cüvette, Fig. 153, gleichmässig und in einem uge, ohne anzuhalten, eingeführt. Man lässt die Platte erst einige ecunden ruhig im Bade, dann beginnt man sie durch Heben und enken des Silberbadhakens auf und ab zu bewegen. Im Anfange eigen sich hierbei auf der Platte ölige Streifen, da das Silberbad icht gleichmässig von der Platte angenommen wird, nach und nach erschwinden die Streifen mehr und mehr, sind sie vollständig verchwunden, was vom Momente des Eintauchens an 2—3 Minuten auert, so ist die Platte fertig sensibilisirt und kann nach dem

Herausnehmen und oberflächlichen Ablaufenlassen in die Cassette gebracht werden, wobei man nur darauf achtet, dass wieder die Ablaufecke nach abwärts gekehrt ist.

Soll in einer Tasse sensibilisirt werden, so muss das Silberbad mindestens 1 cm hoch in der Tasse stehen; schon einmal gebraucht gewesenes Silberbad wird in die Tasse filtrirt. Man hebt die Tasse auf einer Seite *A* auf, s. Fig. 155, so dass das Silberbad sich auf der anderen Seite sammelt, hierauf stellt man die Platte *i* in der in der Figur ersichtlich gemachten Weise — Ablaufecke nach unten gekehrt — in die Tasse, senkt hierauf die mit einem silbernen oder hornenen Eintauchhäkchen *B* gehaltene Platte, bis sie die Silberlösung berührt, dann lässt man sie vom Haken los und senkt gleichzeitig die Tasse in horizontale Stellung; hierdurch überfluthet die Silberlösung die Platte ebenfalls in einem Zuge. Man lässt sie einige Secunden ruhig, dann hebt man die Platte mehrere Male vorsichtig mit dem Haken und sieht nach, ob die öligen Streifen verschwunden sind; ist dies der Fall, nimmt man die Platte aus dem Bade, lässt ablaufen, trocknet die Rückseite mit Fliesspapier und bringt sie dann in die Cassette.

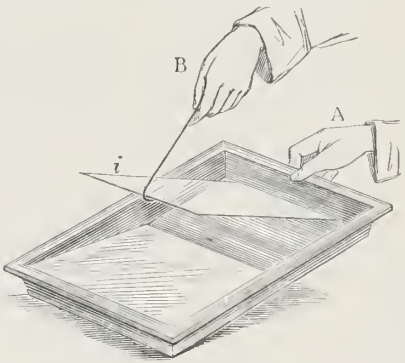


Fig. 155.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass die Platte, mit der Schichtseite nach oben gekehrt, gebadet wird.

Das Sensibilisiren muss unmittelbar vor der Verwendung der Platte, d. i. vor der Exposition, geschehen.

Alte, oft gebrauchte Silberbäder werden zufolge des Sensibilisirens der Platten reich an organischen und anorganischen Substanzen, welche das Functioniren beeinträchtigen; insbesondere werden sie reicher an freier Salpetersäure. Man gebe in solchem Falle so lange tropfenweise eine Lösung von doppelt-kohlensaurem Natron (1:10 aq.) hinzu, als der entstehende Niederschlag von Silbercarbonat sich beim Schütteln wieder löst; da dann das Bad schwach alkalisch geworden ist, muss es wieder mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1:10 aq.) angesäuert werden.

Die organischen Substanzen werden am sichersten durch Eindampfen und Schmelzen des Silberbades entfernt (Vorsichtsmass-

regeln hierbei siehe Eder's Handb. d. Phot., Bd. II, S. 153), gut ist auch ein Versetzen des Bades mit einer Lösung von Kaliumhypermanganat; man fügt dieselbe so lange tropfenweise zu, bis die hierdurch hervorgerufene röthliche Färbung eine Minute lang anhält.

### E. Die Exposition.

Wie schon oben erwähnt, muss die sensibilisirte Platte gleich verwendet werden, da sie sich, besonders bei wärmerer Witterung, nur 5—10 Minuten in vollkommen gutem Zustande erhält; sobald sie partiell zu trocknen beginnt, zeigen sich beim Entwickeln störende Fehler. Wir sehen hieraus, dass wir Aufnahmen mit Collodionplatten nur unter günstigen Beleuchtungsverhältnissen vornehmen können, insbesondere dann, wenn stärkere Vergrösserungen angewandt werden; gleichzeitig müssen wir natürlich auch berücksichtigen, dass Collodionplatten überhaupt eine mehrfach längere Expositionszeit erheischen als Bromsilbergelatineplatten.[1])

### F. Das Entwickeln der Platten.

Das Entwickeln beruht, wie bekannt, darauf, dass eine Flüssigkeit auf die Platte gegossen wird, welche aus dem noch an derselben mechanisch haftenden Silbernitrat, metallisches Silber ausscheidet, welches sich dann auf den belichteten Stellen niederschlägt.

Man nimmt zum Behufe der Entwicklung die Platte aus der Cassette, entfernt auf der Rückseite und unteren Seite die noch zusammengelaufene Silbernitratlösung durch Aufstellen auf einen Bogen reinen Fliesspapieres, dann fasst man die Platte in gleicher Weise und gleicher Stellung (Ablaufecke links vorne) mit der linken Hand, wie man sie beim Collodioniren hielt, und giesst den Entwickler in einem Zuge längs der vom Arbeitenden abgewendeten Kante[2]) der Platte auf und zwar so, dass er ohne Unterbrechung sich in gleichmässigem Flusse gegen die Ablaufecke bewegt, hierbei die ganze Platte bespülend. (Man übe dies mit einer gewöhnlichen Glastafel, oder einer verdorbenen, collodionirten Platte einige Male.) Man giesse nicht viel mehr Entwickler auf als nöthig ist, um die Platte reichlich zu überdecken (für eine Platte 12×16 cm etwa 10 ccm), einen kleinen Ueberschuss lässt man an der Ablaufecke

1) Eine Bromsilbergelatineplatte von 18 Grad Warnerke ist 9mal, eine von 19 Grad 12 mal, eine von 20 Grad 16 mal empfindlicher als eine Collodionplatte.

2) Der Entwickler darf nicht auf einem Punkte aufgegossen werden, da an solcher Stelle ein durchsichtiger Fleck entstünde.

wieder in das Gefäss laufen, aus dem man den Entwickler aufgoss. Zum Aufgiessen des Entwicklers eignen sich Gläser mit Ausguss, wie die unten abgebildeten (Fig. 156 und 157).

Der aufgegossene Entwickler wird auf der Platte fortwährend in Bewegung erhalten, indem man dieselbe einmal da, einmal dort ein klein wenig senkt und dann wieder horizontal stellt. Wenn das Bild erschienen ist, kann man den Entwickler durch Aufrichten der Platte in das Aufgiessglas ablaufen lassen (s. Fig. 158) und die Platte in

Fig. 156.

Fig. 157.

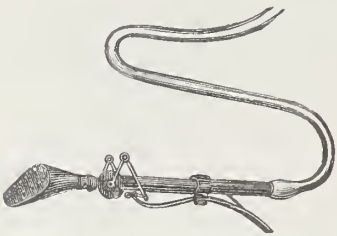


Fig. 159.

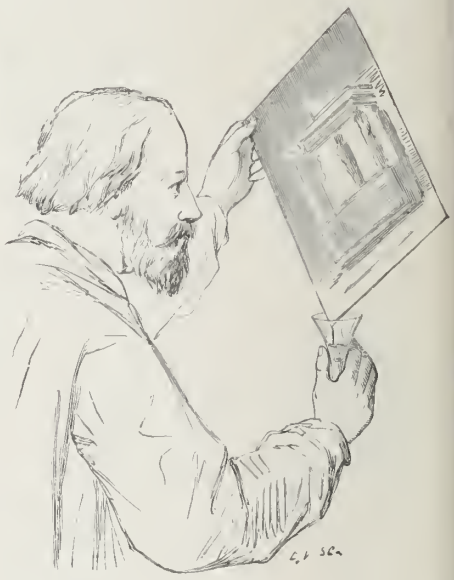


Fig. 158.

der Durchsicht gegen rothes oder gelbes Licht prüfen; ist sie noch nicht intensiv genug entwickelt, so giesst man den Entwickler nochmals auf und entwickelt weiter. Ist das Bild genügend dicht geworden, so wird der Entwickler abgegossen und die Platte abgespült. Letzteres geschieht am besten dadurch, dass man ein Gefäss mit Ablauf etwa einen Meter über dem Operationstisch stehen hat, von dem ein Kautschukschlauch herabführt, der durch eine Klemme geschlossen ist, welche durch einen Druck mit der Hand gelöst werden kann. Direct von einer Wasserleitung das Wasser zu entnehmen, empfehle ich nicht, da der Wasserstrahl hierbei leicht zu kräftig ist und die Schicht fortschwemmt. Sehr gut ist es, die nebenstehend, Fig. 159, abgebildete Brause am Ende

des Wasserschlauches anzubringen, doch genügt auch der mit Klemme versehene Schlauch vollkommen.

Die Zusammensetzung des Entwicklers betreffend möchte ich für unsere Fälle folgende empfehlen.

**1. Vogel's Entwickler.**[1])

| | |
|---|---|
| Eisenvitriol . . . . . | 6 g, |
| Eisessig . . . . . | 3 g, |
| Wasser . . . . . | 100 g. |

Alcohol nach Bedarf, insbesondere bei älteren Silberbädern bis 2 g (für gewöhnlich etwa 1 g).

**2. Entwickler des k. und k. militärgeographischen Institutes zu Wien.**[2])

| | |
|---|---|
| Eisenvitriol . . . . . | 3 g, |
| Kupfervitriol . . . . | 1,5 g, |
| Eisessig . . . . . | 3 g, |
| Wasser . . . . . | 100 ccm. |

Entwickler I giebt harmonische, II etwas härtere Bilder.

Von grossem Einflusse auf den Entwicklungsprocess ist die Temperatur; kühle Temperatur verzögert zwar die Entwicklung etwas, ist aber viel günstiger als zu hohe Temperatur. Im Sommer konnte ich in meinem früheren Laboratorium stets nur durch Abkühlen des Silberbades nämlich durch Einstellen der Cüvette in kaltes Wasser und Kühlhalten des Entwicklers brauchbare Bilder erhalten.

Bei zu kurz belichteten Negativen erscheinen auch bei fortgesetzter Entwicklung in den Schattenpartien keine Details; bei Ueberexposition erscheint das Bild monoton, die Lichter sind kraftlos und ein grauer Schleier überdeckt das ganze Bild.

### G. Das Verstärken vor dem Fixiren.

Sind Negative zu dünn, aber in allen Theilen durchgezeichnet, so können sie vor dem Fixiren verstärkt werden, indem man die Platte erst gut wäscht und dann eine aus folgenden Lösungen bestehende Mischung in gleicher Weise wie früher den Entwickler aufgiesst.

Lösung I. Pyrogallussäure 0,2 g, Wasser 60 ccm, Eisessig 6 ccm.

Diese Lösung ist mehrere Wochen haltbar.

Lösung II. Silbernitrat 1 g, destillirtes Wasser 50 ccm.

1) Vogel, Lehrb. d. Photogr. 1878. S. 286.

2) O. Volkmer, Die Technik der Reproduction 1880.

Man mischt einige Tropfen (oder mehr) Lösung II auf circa 10 ccm Lösung I und giesst das Gemisch sofort auf die Platte, wo man es gleich dem Entwickler herumbewegt, bis die genügende

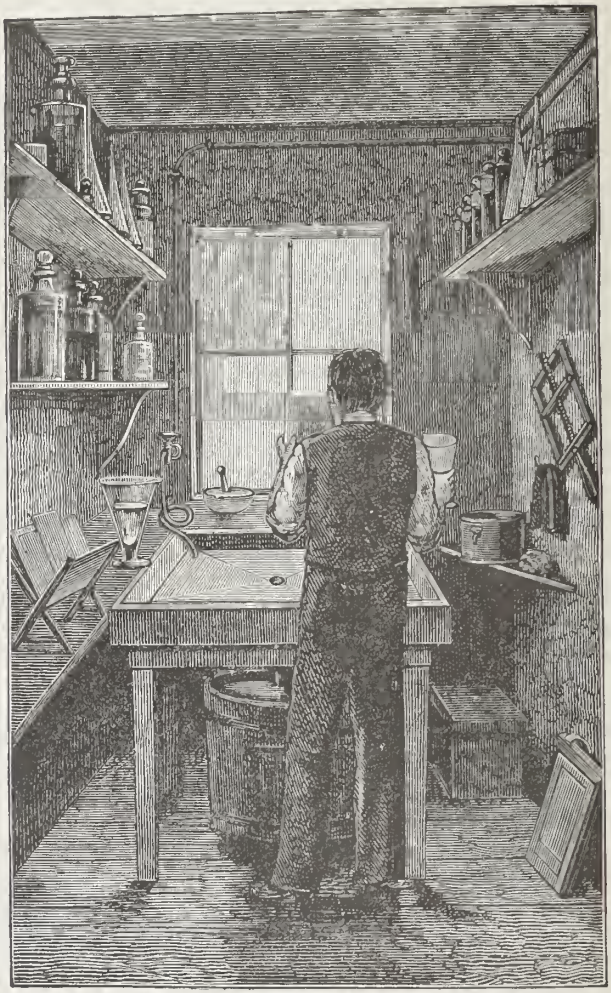


Fig. 160.

Dichte erreicht ist. Wenn sich das Gemisch früher stark trübt, so ersetzt man es durch ein neues.

Alle die erwähnten Manipulationen, Entwickeln, Waschen und Verstärken geschehen am besten über einem nach Art eines Secirtisches gebauten Tische mit Ablauf, s. Fig. 160, oder im Ermangelungsfalle über einem grösseren Troge aus Steingut oder Holz.

### H. Das Fixiren.

Das Fixiren geschieht entweder durch Einlegen der Platte in eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron (1 Theil auf 5 Theile Wasser), oder durch öfteres Uebergiessen mit einer solchen, bis alles gelbe Jod und Bromsilber gelöst ist. Dann muss bestens gewaschen werden, entweder unter der Brause, oder durch Einlegen in eine Tasse mit Wasser, welches öfters gewechselt wird.

### J. Das Verstärken nach dem Fixiren.

Ein Verstärken des Bildes nach dem Fixiren kann in ganz ähnlicher Weise wie bei Bromsilbergelatineplatten vorgenommen werden. Das bestgewaschene Negativ wird hierzu in eine Tasse gelegt, in der sich eine mit einigen Tropfen Salzsäure angesäuerte Lösung von Sublimat (3 g Sublimat auf 100 ccm Wasser) befindet; ist das Negativ weiss geworden, so wird es sehr gut gewaschen und dann durch Uebergiessen mit verdünntem Ammoniak[1]) (1 Ammoniak auf 10 Wasser), oder wenn grössere Dichte gewünscht wird, mit Schwefelammon[2]) geschwärzt. In letzterem Falle muss schliesslich wieder gut gewaschen werden.

### K. Das Abschwächen zu dichter Platten.

Das Abschwächen zu dichter Negative kann, ebenso wie die Beseitigung eines kleinen Schleiers, durch Einlegen der Negative in eine Lösung von 0,5 g Jod und 1,5 g Cyankalium in 125 ccm Wasser geschehen. Der Process ist oft schon nach einigen Secunden, spätestens nach mehreren Minuten beendet.

### L. Das Lackiren.

Das fertige Negativ wird am Plattenständer gut getrocknet und dann in gleicher Weise wie die Bromsilbergelatine-Negative lackirt; wobei nur zu berücksichtigen ist, dass hier das Lackiren mit unverdünntem Lack geschehen muss, und, da die Schicht überhaupt viel empfindlicher ist, viel dringender nöthig erscheint, als bei Gelatineplatten.

### M. Orthochromatische Collodionplatten.

Solche können durch Zusatz passender Farbstoffe zum Collodion wohl in ganz vorzüglicher Qualität erhalten werden; doch empfehle

1) Horn's Phot. Journ. 1854. Bd. 1, S. 91.
2) Journ. Phot. Soc. London 1854, Bd. 2, S. 55.

ich dem Mikrophotographen mehr, wenn orthochromatische Platten nöthig sind, sich der Gelatineplatten zu bedienen, da die Expositionszeit bei Collodionplatten zu sehr in die Länge gezogen wird.

## Anhang.

### Das Retouchiren von Negativen.

Obgleich eine eigentliche Negativretouche bei Mikrophotographien gar nicht angewandt werden darf, seien doch einige kurze Andeutungen über Retouche darum gegeben, da man es oft mit Negativen zu thun hat, in welchen Fehler bei der Plattenherstellung oder dergleichen durch etwas Nachhilfe mit Pinsel oder Bleistift leicht zu beseitigen sind. Auch ein Verdecken nicht zum Bilde gehöriger, durch Zufall in das Präparat und demnach auch ins Bild eingeschlichener Fremdkörper wird uns Niemand zum Vorwurfe machen.

Da Bleistift auf der Lackschicht das Negativ nicht angreift. muss man diese erst etwas rauh machen. und zwar geschieht dies am besten mit einer Flüssigkeit, Mattoleïn[1]) genannt, von der man 1—2 Tropfen auf die zu retouchirende Stelle des Negativs tropft und diese dann mit einem Leinenbäuschchen bis zur Trockene verreibt; ist dies geschehen, so können die im Negativ zu lichten Stellen mittels eines mittelweichen, gut gespitzten Bleistiftes dunkler gemacht werden. Um den Fortschritt der Arbeit leicht bei durchfallendem Lichte controliren zu können, legt man in Ermangelung eines Retouchirpultes unter die, circa unter einem Winkel von 45 Grad mit der Horizontalen gehaltene Platte einen gewöhnlichen Spiegel, der das vom Fenster einfallende Licht durch das Negativ hindurch in das Auge des Retouchirenden reflectirt. Müssen die zu retouchirenden Stellen dichter gedeckt werden, als dies mit Bleistift möglich ist, so geschieht dies am besten mittels chinesischer Tusche oder Carminfarbe, die mit einem feinen Pinsel in passender Intensität aufgetragen wird.

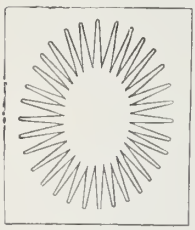


Fig. 161.

Falls einzelne Partien eines Bildes in der Copie zu dunkel werden (Hintergrund etc.), so kann man das Negativ auf der gut gereinigten Glasseite mit käuflichem „Mattlack“[2]), oder, falls dies

1) Aus 2 Theil. venetianischem Terpentin, 1 Theil Colophonium und 50 Theilen Terpentinöl bestehend; in allen betreffenden Handlungen vorräthig.

2) Man löse zum Behufe der Selbstherstellung von Mattlack 8—12 Theile Sandarak in 125 Theilen Aether, filtrire und setze dann 66 Theile Benzol und 15 Theile absoluten Alcohol zu.

noch zu wenig nützt, mit zweiprocentigem Rohcollodion übergiessen, das man mittels Fuchsin roth gefärbt hat. Dann schabe man nach dem vollständigen Trocknen mittels eines Messers diejenigen Stellen heraus, welche nicht aufgehellt werden sollen. Um keine scharfe Contur, sondern einen verlaufenden Uebergang zwischen der aufgehellten und unaufgehellten Partie zu bekommen, schraffire man am Rande 2—3 mm weit in die Mattlack- oder Collodion-Deckschicht, so dass man einen ähnlichen Effect erzielt, wie ihn die Porträtphotographen mit ihren Vignettenplatten, s. Fig. 161, erreichen.

## IV. Der Positiv-Process.

### A. Das Copirverfahren mit Albuminpapier.

Vor allem wird es sich bei dem Mikrophotographen meist darum handeln, von seinen erzeugten Negativen einen Probeabdruck herzustellen, um daran besser, als ihm dies im Negativ ohne bedeutendere Routine möglich ist, die Brauchbarkeit einer Aufnahme beurtheilen zu können. In vielen Fällen wird es sich überhaupt nur um Herstellung eines solchen Abdruckes handeln, nämlich dann, wenn die Photographie nur als Grundlage für eine darnach anzufertigende Bleistiftzeichnung dienen soll.

Für alle diese Fälle möchte ich dem Mikrophotographen rathen, sich des im Handel befindlichen „haltbar gesilberten Albuminpapiers“ zu bedienen, da das frisch gesilberte Albuminpapier nur wenige Tage haltbar ist und somit jederzeit frisch bereitet werden muss, was eine immerhin zeitraubende Arbeit ist; hingegen hält sich das genannte haltbar gesilberte Albuminpapier, in gut verschliessbaren Blechbüchsen aufbewahrt, mehrere Monate. In Fällen, wo der Mikrophotograph Gelegenheit hat, sich bei einem Fachphotographen jederzeit im Bedarfsfalle frisch gesilbertes Papier zu verschaffen, mag die Bemerkung nicht überflüssig sein, dass derartiges Papier dadurch an Haltbarkeit gewinnt[1]), wenn man es zwischen Löschpapier aufbewahrt, das man in einer verdünnten Lösung von doppelt-kohlensaurem Natron getränkt und dann getrocknet hat.

#### 1. Das Aufbewahren des Albuminpapieres.

Alle die genannten Papiere sind mit Albumin, dem Chlornatrium zugesetzt worden, präparirt und dann durch Schwimmenlassen auf einer Lösung von salpetersaurem Silber lichtempfindlich gemacht;

1) Photogr. Correspondenz No. 321, S. 262. Wien 1887.

es entstehen hierbei zwei lichtempfindliche Producte, nämlich Chlorsilber und Silberalbuminat. Das „haltbar gesilberte Albuminpapier“ wird meist durch weitere Behandlung der sensibilisirten Papiere mit Citronensäure haltbar gemacht.

Das Aufbewahren der Albuminpapiere geschieht am besten in einer sehr gut schliessenden, runden Blechbüchse $AB$, s. Fig. 162. Man wickelt die Papiere um einen erst mit vollkommen reinem „photographischen Rohpapier“ umwickelten Holzcylinder $DE$ mit der Albuminseite nach innen. Aussen werden die derart aufgerollten Papiere wieder mit „photographischem Rohpapier“ umwickelt, und eventuell die ganze Büchse ein für allemal mit solchem Papier ausgekleidet.

Fig. 162.

Da sich Albuminpapier in vollkommen trockener Luft noch besser hält, als in auch nur mässig feuchter, so können zur Aufbewahrung desselben auch mit Vortheil sogenannte Chlorcalciumbüchsen[1]) Verwendung finden. Die oben dargestellte Büchse kann leicht die Stelle einer solchen vertreten, wenn man nach Marion den Holzstab $DE$ durch einen Drahtnetzcylinder ersetzt, in den man etwas Chlorcalcium bringt; dieser Cylinder wird hierauf gut mit reinem weissen Löschpapier umwickelt, und dann werden erst die empfindlichen Papiere aufgerollt. Um das Eintreten von feuchter Luft von aussen zu verhindern, muss in diesem letzteren Falle, nämlich bei Anwendung von Chlorcalcium, die Fuge des Deckels der Büchse bei $C$ mit einem flachen Kautschukring geschlossen werden.

Das Papier wird behufs seiner weiteren Verwendung in einem vom Tageslicht schwach erleuchteten Raum, oder noch besser bei künstlichem Licht (Petroleum od. dergl.) in das Format der zu copirenden Platte geschnitten, wobei man sich hüten muss, die Albuminschicht mit den Fingern zu berühren, da an solcher Stelle, falls die Finger auch nur ganz unmerklich feucht waren, bei den weiteren Operationen Flecke entstehen. Man biege deshalb die Papiere zum Behufe des Zerschneidens mit dem Messer stets so zusammen, dass Schicht auf Schicht zu liegen kommt.

---

1) Es ist wohl kaum nöthig, zu erwähnen, dass Chlorcalcium ungemein hygroskopisch ist und deshalb aus der umgebenden Luft rasch allen Wasserdampf absorbirt.

### 2. Das Copiren.

Zum Copiren bedient man sich meist eigener Rahmen, „Copirrahmen", s. Fig. 163—166, welche einerseits einen gleichmässigen Contact zwischen der Albuminschicht des Papieres und der Bildschicht des Negativs herstellen, und es andererseits gestatten, so oft als nöthig nachzusehen, wie weit das Copiren fortgeschritten ist, ohne dabei ein Verschieben des Papieres auf dem Negativ befürchten zu müssen. Man nimmt zum Behufe des Einlegens den zweiklappigen Deckel des Rahmens aus diesem heraus, legt auf die Spiegeltafel des Rahmens das auch auf der Glasseite gut gereinigte Negativ mit der Schicht nach oben, darauf legt man das Albuminpapier mit der glänzenden Albuminschicht nach unten und hierauf einen den Innenraum des Rahmens ausfüllenden Fleck dunklen

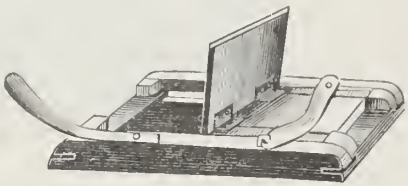


Fig. 163.

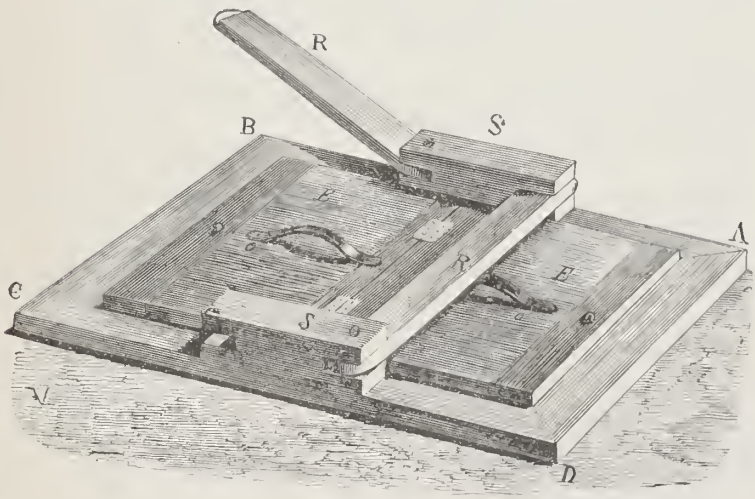



Fig. 164.

Tuches und dann noch mehrere (15—30) Blätter weichen Fliesspapiers, den sog. Pressbausch, und endlich zu oberst den Deckel des Rahmens, den man durch Zuklappen der mit Federn versehenen Pressleisten anpresst.

Wird nun der so beschickte Rahmen an das Tageslicht gelegt, so wird das Chlorsilberpapier entsprechend den über ihm liegenden

helleren und dunkleren Stellen des Negativs von dem durch dasselbe durchfallenden Lichte mehr oder weniger rasch geschwärzt; es entsteht somit unter dem Negativ ein positives Papierbild. Man sieht nun

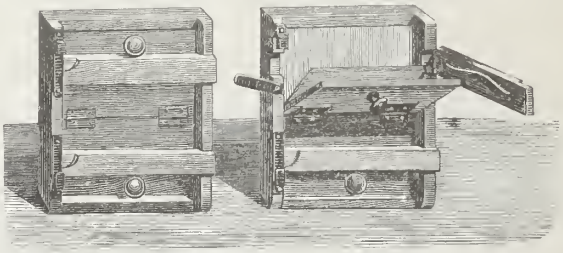


Fig. 165.

von Zeit zu Zeit, durch Oeffnen der einen Deckelhälfte, während die andere fest angepresst bleibt, nach (s. Fig. 167), wie weit das Bild erschienen ist, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass dieses Nachsehen nur bei gedämpftem Tageslicht und ziemlich rasch vorgenommen werden soll. Man unterbreche den Copirprocess nicht eher, als bis das Bild etwas dunkler ist, als man es schliesslich zu haben wünscht, da es durch das

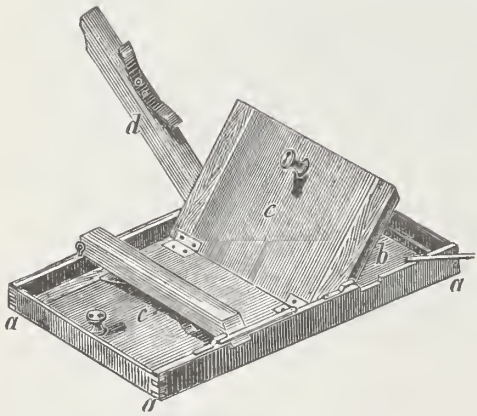



Fig. 166.

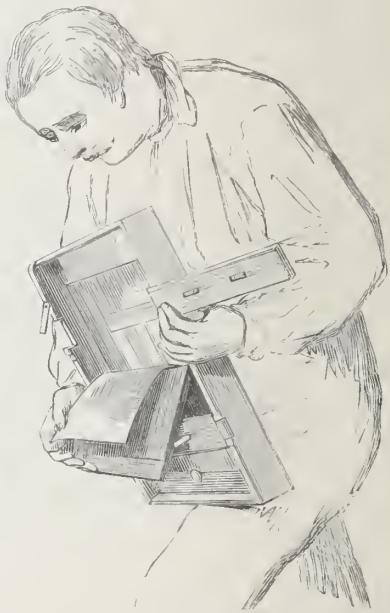


Fig. 167.

spätere Fixiren etwas an Intensität einbüsst. An dieser Stelle möchte ich bemerken, dass man durch entsprechendes Copiren, natürlich nur in gewissen Grenzen, im Stande ist, von etwas flauen Negativen kräftigere, contrastreichere Bilder, von harten Negativen jedoch

weichere, harmonische Bilder zu erhalten. Liegt ein Negativ der ersteren Sorte vor, so muss es bei schwachem Lichte copirt werden, zu welchem Behufe man sich oft mit Vortheil einer Mattscheibe oder gar einer Platte aus gelbem Glase bedienen kann, die man auf die Spiegeltafel des Copirrahmens legt, auch feines weisses Papier, sog. Seidenpapier, thut, über den Copirrahmen gespannt, gute Dienste; Negative der zweiten Art verlangen dagegen sehr kräftiges Licht, oft sogar directes Sonnenlicht.[1])

Bezüglich der Aufstellung der Copirrahmen sei erwähnt, dass man am besten eine etwa 45 Grad zur Horizontalen geneigte wählt; man stelle die Rahmen entweder nahe an einem Fenster innerhalb des Zimmers (flaue Negative) oder vor das Fenster auf das Gesimse (normale Negative). Das Copiren dauert bei gutem diffusen Tageslichte und normalen Negativen 15 Minuten bis 2 Stunden. Sehr kräftige Negative benöthigen im Winter oft mehrere Tage.

Um den Copien eine hübsche Abgrenzung zu geben, bedient man sich der sogenannten „Masken", es sind dies Blätter von mattschwarzem Papier, die einen entsprechend geformten Ausschnitt besitzen; dieser ist in der Porträtphotographie meist oval, hier eignet sich jedoch besser ein kreisförmiger. Für eine Platte vom Formate $12 \times 16$ cm wird ein Ausschnitt von ca. 9—10 cm Durchmesser passend sein; ist das Bild bei diesem Formate auf der ganzen Platte scharf, so kann man sich natürlich auch eines grösseren Ausschnittes bedienen (etwa 11 cm), muss aber natürlich dann das zum Copiren bestimmte Albuminpapier in entsprechender Grösse ($13 \times 18$) anwenden, um ein hübsches Bild zu erhalten. Will man mehrere Copien, bei Abdeckung mittels einer Schablone, von einem Negative herstellen, so empfiehlt es sich, diese mit einem Tropfen Gummi an der gewünschten Stelle des Negativs zu befestigen. Bei Anwendung dieser Schablonen, welche selbstverständlich zwischen Negativ- und Albuminpapier im Copirrahmen einzulegen sind, ist, um ein gutes Anliegen des Albuminpapiers an das Negativ zu erzielen, eine besonders gute Pressung und ein weicher nachgiebiger Pressbausch erforderlich.

Werden derartige Schablonen hingegen nicht zwischen Albuminpapier und Negativ eingelegt, sondern vorne auf die Spiegeltafel des Copirrahmens, wobei man nur Acht zu haben braucht, dass die Schablone gross genug ist, um die ganze Tafel des Copirrahmens zu

1) Natürlich kann nur dann im directen Sonnenlichte gearbeitet werden, wenn auf der Glasseite des Negatives keine Abdeckungen etc. vorgenommen wurden.

bedecken, so erhält man Bilder mit verlaufendem Hintergrund. Je weiter die Schablone vom Albuminpapier entfernt ist (d. h. je dicker die Spiegeltafel des Copirrahmens ist), um so breiter wird die Zone des successiven Verlaufens; man wird auch meist gut thun, um ein solches langsameres, hübscher aussehendes Verlaufen herbeizuführen, sich eines etwa 1 cm dicken quadratischen Brettchens von etwa 20 bis 30 cm Seitenlänge zu bedienen, in dessen Mitte sich ein kreisförmiger Ausschnitt von etwa 10—15 cm befindet. Auf diesem Brettchen befestigt man dann eine passende Schablone (z. B. von 7 cm Oeffnung mit Hilfe von Heftnägeln und legt das Brettchen nach Bedarf und je nach der Höhe des Copirrahmen-Randes entweder mit nach auf- oder abwärts gekehrter Schablone auf den Copirrahmen [1]). Beim Oeffnen des Copirrahmens behufs des Controlirens des Fortschrittes der Copirung muss meist diese ganze Vorrichtung weggenommen werden, wobei man Sorge zu tragen hat, dass man durch früher anzubringende Marken leicht im Stande ist, das Brettchen sammt der Schablone wieder genau an die frühere Stelle zu bringen, falls sich eine weitere Belichtung als nöthig herausstellte. Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass es sich zur Erzielung einer gleichmässigen Abtönung empfiehlt, die Stellung des Copirrahmens gegenüber der Richtung des auffallenden Lichtes mehrmals zu ändern.

Wünscht man hingegen die Bilder in dunkler Umrahmung, so legt man auf die Spiegelplatte eines Copirrahmens einen Kreis von ganz undurchsichtigem mattschwarzen Papier, in obigem Beispiele von etwa 10 cm Durchmesser, bringt darauf in passender Stellung das fertig copirte Albuminbild (Schicht gegen das Glas), darauf das dunkle Tuch und den Pressbausch und schliesst den Rahmen, man exponirt das Ganze dem Tageslicht etwa 15—30 Minuten, bis der Grund tief schwarz geworden ist, dann nimmt man das Bild aus dem Rahmen.

Es genügt nicht das Albuminbild bloss so lange dem Lichte auszusetzen, bis die früher am unabgedeckten Theile des Papieres aufcopirte Zeichnung durch die allgemeine Bräunung des Papieres verschwunden ist, da dieselbe beim nachfolgenden Fixirprocess wieder zum Vorschein kommen würde, wenn keine bedeutende Mehrbelichtung stattgefunden hat.

Zum Copiren kleinerer Bilder verwendet man statt eines Copirrahmens mit Vortheil zwei stärkere, gleich grosse, ca. 3 mm dicke

1) Die günstigste Entfernung zwischen Schablonen-Ausschnitt und Albuminpapier beträgt ca. 1—2 cm.

Spiegeltafeln (*a* und *b*), welche um einige Centimeter grösser sind als das zu copirende Negativ; die eine derselben (*b*) wird auf einer Seite mittels Kleister mit Tuch überklebt und dann in der Mitte, parallel den kürzeren Kanten, mittels eines Diamants auseinander geschnitten, so dass die beiden Theile nur durch das Tuch zusammenhalten. Anstatt dieser in der angegebenen Art hergerichteten Spiegeltafel können auch zwei mit Charnieren verbundene Brettchen verwendet werden (Copirbrett). Das Negativ wird nun in die Mitte der ersten Spiegeltafel (*a*) gelegt, darauf kommt das Albuminpapier (eventuell zuerst die Schablone), dann ein Fleck dunklen, dichten Tuches, und schliesslich die mit Tuch verbundene zweitheilige Tafel (*b*) (Glasseite nach unten), oder das erwähnte Brettchen, s. Fig. 168. Wird nun das Ganze mit vier „amerikanischen Holzklammern", s. Fig. 169—171, zusammengehalten, so ist man durch Entfernen von zwei Klammern und Zurückklappen des einen Theiles der Tafel *b* im Stande, wie bei

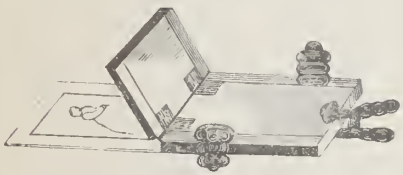


Fig. 168.

Fig. 169.

Fig. 170.

Fig. 171

einem Copirrahmen das Fortschreiten des Copirens zu überwachen. Für kleine Negative ist diese Art des Copirens vortheilhafter, als die in einem grösseren Copirrahmen, weil dort der Druck der Feder nicht mehr auf das Negativ wirkt und daher kein, oder ein schlechtes Anpressen des Papieres in der Mitte des Bildes zur Folge hat.[1])

### 3. Das Tonen der Albuminbilder.

Ein Vortheil bei Verwendung haltbar gesilberten Albuminpapiers ist es auch, dass man eine entsprechende Anzahl von Copien sich ansammeln lassen kann, um diese dann gemeinschaftlich den nun folgenden Operationen zu unterziehen; dennoch möchte ich nicht rathen, zwischen dem Copiren und dem Fertigstellen mehr als zwei Wochen verstreichen zu lassen, da sich nicht belichtetes Papier entschieden länger brauchbar erhält als schon exponirtes.

1) Durch Einlegen von Holzstückchen oder dergl., von der Dicke der Matrize, am Rande des Rahmens auf die Spiegeltafel desselben kann dieser Uebelstand allerdings leicht beseitigt werden.

a) Das Waschen der Albuminbilder.

Die copirten Bilder werden zuerst in reichliches, reines Wasser gelegt, um den Ueberschuss an salpetersaurem Silber abzugeben, das erste, eventuell zweite Waschwasser wird hierdurch milchig trübe. Man muss die Bilder, wie sie ins erste Waschwasser kommen, auseinanderrollen, und sie so lange mit den Händen ausbreiten, bis sie von Wasser genügend durchdrungen sind und sich von selbst flach legen. Es ist nöthig, das Behältniss öfters zu schaukeln, um ein festes Aufeinanderlegen der Bilder zu verhindern; im ersten Waschwasser lässt man die Bilder etwa 5—10, im zweiten und dritten etwa je 15—30 Minuten. Wenn die Bilder gut gewaschen sind, (1—2 Stunden) haben sie einen unschönen rothen Ton. Natürlich muss das Waschen bei sehr gedämpftem Tageslicht, oder noch besser bei künstlichem Licht geschehen.

b) Das Tonen oder Schönen der Albuminbilder.

Würde man das in den Bildern noch vorhandene unzersetzte Chlorsilber jetzt gleich durch Einlegen in Fixirnatron entfernen wollen, so würden die Bilder einen sehr hässlichen rothbraunen Ton bekommen; um dies zu vermeiden, müssen sie vorerst einen Tonungsprocess durchmachen, der ihnen den den Papierphotogrammen eigenen purpurbraunen Ton verleiht. Es geschieht dies mit Hilfe eines Goldbades, welches bewirkt, dass sich eine äusserst feine Schicht Gold auf den Bildern niederschlägt. Der chemische Vorgang ist hierbei eine einfache Substitution: $3\,Ag + Au\,Cl_3 = An + 3\,Ag\,Cl$.

Von der grossen Zahl der Goldbäder, welche zum Tonen der Bilder vorgeschlagen werden, will ich nur eines namhaft machen:

150 Theile Wasser,
1,5 Theile doppelt geschmolzenes essigsaures Natron,
0,1 Theil Goldsalz (Chlorgoldnatrium).

Dieses Bad reicht für mindestens 6 Cabinetbilder (12 × 16 cm) aus, es muss aber ca. 6—10 Stunden vor dem Gebrauche angesetzt werden, und bei der Verwendung eine Temperatur von ca. 25 Grad C. haben[1]); für haltbar gesilbertes Albuminpapier ist es besser, statt 150 nur 120 Theile Wasser zu nehmen. In diesem Bade bleiben die Bilder (man sollte nie mehr als zwei bis drei auf einmal in die Tasse geben) so lange, bis sie von der rothen in die braune Färbung übergegangen sind; zu langes Verweilen im Goldbad macht die Bilder

1) In kalter Jahreszeit stelle man die Tasse mit dem Goldbad auf ein mit warmem Wasser gefülltes Gefäss.

unschön blaugrau. Man vergleiche die Bilder beim Tonen mit den noch rothen, gewaschenen, ungetonten Bildern, um daran den Fortschritt der Tonung deutlicher zu sehen; bei normaler Temperatur des Goldbades dauert das Tonen 4—10 Minuten. Als besonders wichtig muss bei dieser Operation die peinlichste Reinlichkeit hervorgehoben werden; die Tasse für das Goldbad darf nie anderen Manipulationen dienen, die geringste Spur Fixirnatron macht zum Beispiel jedes Vergolden unmöglich; auch auf die Reinigung der Hände von anderen Chemicalien ist besonders zu achten. Man sorge durch öfteres Bewegen der Tasse, dass sich die einzelnen Bilder im Goldbade nicht fest aneinanderlegen und so den Zutritt des Bades behindern, auch den Bildern anhaftende Luftblasen sind zu vermeiden, da die betreffenden Stellen nicht tonen würden. Es ist zweckmässig, die Bilder ins Goldbad mit der Schicht nach abwärts einzulegen und nur beim Nachsehen umzuwenden. Die genügend getonten Bilder sammelt man in einem grösseren Gefässe mit Wasser (Tasse), um sie dann, wenn man die letzten Bilder getont hat, zu fixiren.

Alle die vorhergehenden Operationen waren, wie erwähnt, bei gedämpftem Tageslicht oder künstlichem Licht auszuführen, das Tonen nimmt man besser bei schwachem Tageslicht vor, da sich bei künstlichem Lichte der Uebergang der rothen Farbe der gewaschenen Bilder in die braune der getonten nicht so gut beurtheilen lässt; man decke die Tasse aber mittels eines Cartons oder dergl. zu und sehe nur in passenden Intervallen nach.

#### 4. Das Fixiren der Albuminbilder.

Die fertig getonten Bilder werden nun in kleineren Partien in eine Tasse gebracht, in welcher sich eine Lösung von 30 g Fixirnatron (unterschwefligsaures Natron) auf 300 ccm Wasser befindet. Ein Zusatz von 1—2 g kohlensauren Natrons zur Neutralisation eventuell vorhandener Säure ist sehr zu empfehlen. In dieser Lösung wird das noch in den Bildern enthaltene überschüssige Chlorsilber aufgelöst und es werden dieselben hierdurch vor weiterem Nachdunkeln im Lichte geschützt. In diesem Fixirnatronbad müssen die Bilder unter öfterem Schaukeln der Tasse 10—15 Minuten verweilen, dann bringt man sie in ein grösseres Gefäss mit reinem Wasser, welch letzteres des öfteren erneuert werden muss.

Von dem guten Auswaschen des Fixirnatrons aus den Bildern hängt die Haltbarkeit derselben ab und man sollte deshalb nicht versäumen, das Wasser mindestens fünf Mal zu erneuern und die

Copien jedesmal mindestens 1—2 Stunden im selben Wasser zu belassen; auch ein Auswässern bis zu 24 Stunden schadet nicht. Das Fixiren wird im diffusen gedämpften Tageslicht vorgenommen.

### 5. Das Beschneiden und Aufkleben der fertigen Bilder.

Die gut gewaschenen Bilder werden zum Trocknen am besten zwischen einige Bogen reines, weisses Löschpapier gelegt, um von vornherein alles überflüssige Wasser aufzusaugen. Das Beschneiden geschieht am besten in halbfeuchtem Zustande mit der Scheere, oder erst wenn es vollständig getrocknet wurde, mittels des Messers. Doppelt albuminirtes Papier sollte, ebenso wie die meisten Sorten des käuflichen, haltbar gesilberten Albuminpapieres entweder in der eben erwähnten Weise im feuchten Zustande mit der Scheere, oder noch einfacher gleich nach dem Copiren mit dem Messer beschnitten werden, da diese Papiere beim vollständigen Trocknen in der Albuminschicht leicht feine Risse bekommen. Man bedient sich, um ein gleichmässiges Format zu erhalten, für alle auf einer bestimmten Plattengrösse aufgenommenen Bilder einer hierzu passenden Beschneid-Schablone aus Spiegelglas, wie sie jede Handlung photographischer Utensilien liefert. Für Aufnahmen auf 12 × 16 Platte ist die gewöhnliche Cabinetformat-Schablone der Photographen, ca. 10 × 13,5 cm, entsprechend.

Da das Aufziehen der Bilder auf Carton meist in feuchtem Zustande geschieht, so werden dieselben, falls man sie nicht gleich nach dem Auswässern aufzieht, sondern sie vorher getrocknet hat, nochmals durch einige Minuten in Wasser gelegt und dann die gleichen Formate stets mit der Bildseite nach abwärts auf weissem Löschpapier übereinander geschichtet. Nachdem man das überschüssige Wasser durch Aufdrücken von Löschpapier aufgesaugt hat, bestreicht man das oberste Bild auf seiner Rückseite mit frischem Kleister und bringt es dann auf photographischen Carton [1]) von entsprechender Grösse und Stärke, wobei man den Abstand des Bildes von den Rändern des Cartons beachtet. Man legt nun reines Fliesspapier über das Bild und drückt es durch Ueberfahren mit dem Ballen der Hand oder einem Falzbein an den Carton an.

Für jene Fälle, wo die durch Befeuchten der Copien zuweilen hervorgerufene, verschieden starke Ausdehnung der Bilder in der

1) Gewöhnliche Cartons eignen sich nicht für unsere Zwecke, da dieselben meist nicht mit jenen Vorsichtsmassregeln hergestellt werden, d. h. nicht frei von Substanzen sind, welche photographische Bilder schädlich beeinflussen.

Längen- und Breitenrichtung störend ist, empfiehlt Stenglein[1]) die Bilder im trockenen Zustande mit Kleister zu bestreichen und rasch aufzukleben.

Besonders grössere Bilder zeigen beim Trocknen das Bestreben, nach der Seite, auf welcher das Bild aufgezogen ist, sich zusammenzurollen; man kann diese lästige Erscheinung leicht dadurch beseitigen, dass man die Cartons nach dem Aufziehen der Bilder derart einspannt (z. B. auf einem Brett mit Hilfe von Nägeln oder Leisten), dass sie einen flachen gewölbeartigen Bogen, s. Fig. 172, bilden, auf dessen Aussenseite das Bild liegt. Befreit man nach dem Trocknen

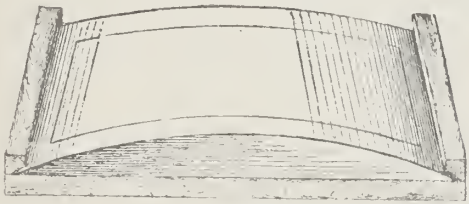


Fig. 172.

derartige gespannte Bilder aus ihrer Lage, so legen sie sich bei richtigem Grad der vorhergegangenen Biegung vollständig eben. Diese Methode macht es auch bei grösseren Bildern unnöthig, allzustarke Cartons zu verwenden; man wird auch hier mit 5—6fachem Carton stets auslangen. Bezüglich der Wahl der Farbe der Cartons möchte ich fleischfarbige (chamois) oder schwarze empfehlen.

### 6. Das Satiniren und sein Ersatz.

Die aufgeklebten Bilder zeigen nun nach dem Trocknen nicht jene schöne spiegelglatte, glänzende Oberfläche, welche man bei den von Fachphotographen hergestellten Bildern zu sehen gewohnt ist. Diesen hohen Glanz erhalten die Bilder erst durch das Satiniren mittels der Sanitinirmaschine, doch wird es für den Mikrophotographen kaum nöthig sein, sich einen derartigen, immerhin kostspieligen Apparat zu kaufen, sondern er wird besser thun, sich mit einem Fachphotographen ins Einvernehmen zu setzen, der diese Manipulation gegen eine kaum nennenswerthe Entlohnung gern besorgen wird.

Für viele Fälle wird auch einfaches Behandeln der Bilder mit „Cerat“[2]) genügend sein, um ihnen ein hübscheres Aussehen zu

1) Stenglein (8). Seite 94.

2) In allen Handlungen photographischer Bedarfsartikel käuflich.

verleihen. Ein kleines Stückchen desselben, etwa von der Grösse einer halben Erbse (für Cabinetformat) wird mit einem Leinenbäuschchen auf dem vollständig trockenen, aufgezogenen Bilde verrieben und mit einem zweiten Woll- oder Leinenbäuschchen weiter verrieben, wodurch das Bild eine glänzendere Oberfläche erhält.

### B. Das Verfahren mit Chlorsilbergelatinepapier.

Wenn wir ein fertiges Albuminpapier-Bild mit dem zugehörigen Negative vergleichen, so werden wir finden, dass letzteres viel zarter und reicher an Details ist als ersteres. Der Grund dieser Erscheinung liegt zum grossen Theil darin, dass die verhältnissmässig dünne Albuminschicht der Structur des ihr als Unterlage dienenden Papieres mehr minder folgt und keine vollständig glatte homogene Oberfläche darstellt.

Weit vollkommener als das Albuminpapier giebt das im Handel befindliche Chlorsilbergelatine-Papier die Feinheiten des Negatives wieder. Dieses auch den Namen Aristopapier führende Papier ist an seiner Oberfläche mit einer Chlorsilber enthaltenden Gelatine-Emulsion präparirt und hält sich Monate lang unverändert. Es wird wie das Albuminpapier im Copirrahmen copirt und zwar kräftiger als die Copie schliesslich sein soll. Die nach dem Copiren folgenden Operationen können, wie beim haltbar gesilberten Albuminpapier, erst später vorgenommen werden, wenn sich eine genügende Anzahl Copien angesammelt hat; bei allen diesen Operationen muss man sich nur gegenwärtig halten, dass die Bildschicht aus Gelatine besteht und also, wenn sie im Wasser gequollen ist, klebrig und leicht verletzlich ist. Es werden die copirten Bilder ausgewässert, jedoch braucht dies nicht so gründlich zu geschehen, wie bei den Albumincopien; die Bildseite soll hierbei nach oben gekehrt sein, damit die Bilder sich nicht am Boden festkleben; dann werden sie ins Goldbad gebracht. Hruza[1]) empfiehlt statt des Rhodangoldbades[2]),

1) Eder's Jahrb. f. Phot. 1889. S. 53.

2) A. Moll giebt z. B. (Eder's Jahrb. für Photogr. 1889) folgendes Tonbad als sehr geeignet an:

Man löst:
80 g Fixirnatron,
10 g Rhodanammon,
6 g essigsaures Natron,
320 ccm Wasser,

fügt dann eine Auflösung von 4 g Alaun in 20 ccm Wasser hinzu.

Man giebt einige Abschnitzel von unfixirtem gesilberten Papier hinein und lässt es einen Tag lang stehen. Dann filtrirt man und giebt folgende Lösung hinzu:

welches gewöhnlich empfohlen wird, ein Kreide-Goldbad, bestehend aus:

0,4 g Chlorgoldnatrium (Goldsalz) = 20 ccm Lösung (1 : 50),
280 ccm destillirtes Wasser,
20 g pulverisirte Kreide.

Dieses Gemisch muss einen Tag vor dem Gebrauche angesetzt, etwa eine Stunde vor dem Gebrauche geschüttelt und dann in die Tasse filtrirt werden.

Bei frischem und kräftigem Goldbade ist die Tonung in wenigen Sekunden beendet, später dauert sie länger, kann aber durch ein kürzeres Auswässern der Bilder vor der Tonung etwas beschleunigt werden. Mit der obigen Menge an Goldbad können ca. 20 Bilder vom Formate 11×15 cm getont werden.

Wenn sich in der Durchsicht die Copien violett zu färben beginnen und in den Lichtern die gelbe Farbe vollständig verschwunden ist, kann man die Tonung beenden und die Bilder entweder direct in ein Fixirbad von

10 g unterschwefligsaurem Natron,
200 ccm Wasser

bringen, oder nach vorherigem Waschen in ein Alaunbad, aus 10 g Alaun auf 200 ccm Wasser bestehend, geben (durch 10 Minuten), wodurch die Schicht gehärtet wird, und dann erst nach abermaligem Waschen ins Fixirbad übertragen. In letzterem bleiben die Bilder 10—15 Minuten, wobei sie sich verfärben, indem sie eine rothbraune Farbe annehmen und bedeutend zurückgehen. Nach dem auch hier sehr gründlich vorzunehmenden Auswässern werden die Copien gewöhnlich getrocknet und zu diesem Behufe mit der Rückseite auf Fliesspapier gelegt. Wenn sie trocken sind, werden sie auf der Rückseite rasch mit Kleister bestrichen und auf Carton geklebt. Es ist auch hier möglich, die Bilder im feuchten Zustande aufzukleben, ohne die

---

80 ccm Wasser,
0,4 g Chlorgold (nicht Goldsalz),
0,8 g Chlorammonium.

Dieses Bad hält sich längere Zeit und tont und fixirt zu gleicher Zeit. Die Copien werden ungewaschen, wie sie aus dem Copirrahmen kommen, in dieses Bad gelegt, mehrmals umgewendet, und nachdem sie in der Durchsicht den gewünschten Ton zeigen, gut ausgewaschen und dann getrocknet. Die Bilder müssen ziemlich stark übercopirt werden; sie werden im Bade anfangs gelb, dann sepia, weiter violett und schliesslich schwarz. Sobald das Bad anfängt die Bilder grünlichblau zu färben, ist dies ein Zeichen, dass der Gehalt an Gold erschöpft ist und man ein neues Bad ansetzen muss.

leicht verletzliche Gelatineschicht zu beschädigen, wenn man die Bilder auf eine Unterlage von feuchtem Waschleder legt. Einen viel höheren Glanz erhalten die Bilder[1]), wenn sie nach dem Wässern auf eine fehlerfreie, äusserst sorgfältig mit Grüne'schem Plattenputzpulver gereinigte Spiegeltafel mit der Schicht nach abwärts gelegt und aufgequetscht werden. Man macht letzteres in der Art, dass man über das Bild einen etwas grösseren Fleck Kautschukstoff (oder Wachsleinwand) legt und mit einem Kautschukquetscher, s. Fig. 173, mehrmals darüber streift. Letzterer besteht aus zwei mit Schrauben zusammengehaltenen Holzbrettchen *b*, zwischen denen ein zusammengebogener Streifen Kautschuk *a* eingeklemmt ist. Dann wird der Kautschukstoff abgenommen, und die Spiegeltafel mit dem aufgequetschten Bilde in aufrechte Stellung gebracht. Ist das Bild oberflächlich trocken, so wird auf seine Rückseite starke Dextrinlösung oder Kleister gestrichen und dann vollständig trocknen gelassen; schliesslich hebt man das Bild mit einer untergeschobenen flachen Messerklinge vom Glase ab.

Fig. 173.

Die zugeschnittenen Bilder werden auf befeuchteten Carton gelegt und beides, ohne zu verrücken, durch eine Kalt-Satinirmaschine gezogen; das Bild haftet fest und bewahrt seinen hohen Glanz.

Bemerkt muss noch werden, dass die im Fixirbade, wie oben erwähnt, verschwundene schöne Färbung der Copien nach dem Trocknen wieder zurückkehrt. Auch diese Bilder können, ebenso wie Albuminbilder, wenn sie übercopirt sind, durch Einlegen in eine schwache Lösung von rothem Blutlaugensalz (die man eventuell auch mit einem Fixirnatronbad combiniren kann) aufgehellt werden.

### C. Das Verfahren mit Chlorsilbercollodion-Papier.

Noch vollkommener als die eben beschriebenen Papiere geben Chlorsilbercollodionbilder (eigentliche Aristobilder) alle Details eines Negatives wieder. Da nicht alle Handlungen photographischer Bedarfsartikel diese Papiere führen, sei hier eine kurze Anleitung zu ihrer Selbstherstellung nach Liesegang's Recept gegeben.

1) Siehe J. M. Eder (2), Bd. IV. S. 139.

Man bereite vor allem folgende zwei Lösungen:

I. 8 g salpetersaures Silber werden in 5 ccm destillirtem Wasser gelöst; diese Lösung giesst man in 125 ccm absoluten Alcohol und fügt dann 6 g Collodionwolle nebst 125 ccm reinen Aether hinzu und schüttelt das Ganze wiederholt, bis alle Collodionwolle gelöst ist.

II. In 175 ccm absolutem Alcohol wird 1 g Citronensäure und 1 g Chlorlithium gelöst, dann fügt man 175 ccm reinen Aether und 5—6 g Collodionwolle hinzu und schüttelt bis zur Lösung der letzteren.

Beide Lösungen lässt man schliesslich längere Zeit (1 Tag) absetzen und decantirt sie vom Bodensatz.

Will man Chlorsilbercollodion-Emulsion herstellen, so mischt man in der Dunkelkammer gleiche Theile der obigen Lösungen derart, dass man die Lösung II in die Lösung I in feinem Strahle partienweise eingiesst und jedesmal intensiv schüttelt, damit eine möglichst

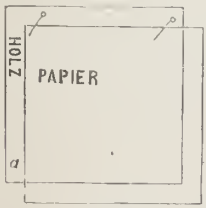


Fig. 174.

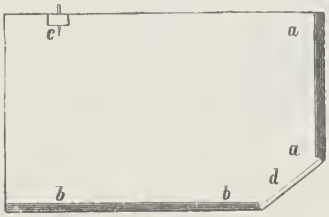


Fig. 175.

feine Vertheilung des sich bildenden Chlorsilbers resultirt. Die derart hergestellte Emulsion lässt man etwas ruhen, damit die durch das Schütteln entstandenen Luftblasen verschwinden; dann wird mit der Präparation des Papieres begonnen. Man verwendet, um das Eindringen des Collodions in das Papier hintanzuhalten, ein in passender Weise vorpräparirtes Papier, als solches eignet sich entweder Arrowroot- oder Uebertragungspapier für Pigmentdruck; auch sogenanntes Kreidepapier, wie es für manche Lichtdruckcopien verwendet wird, eignet sich vorzüglich. Das Papier legt man am besten auf ein dünnes, planes Brettchen, das auf der unteren Seite eine Handhabe besitzt. Man befestigt das Papier in der vorstehend abgebildeten Weise, s. Fig. 174, mit Hilfe einiger Nadeln. Dann biegt man die Ränder des Papieres derart auf, dass das Papier eine Art flacher Schale bildet, welche an einer Ecke (in der Figur rechts unten) einen Ablauf besitzt. Man hält nun die Holztafel mit der linken Hand am Handgriffe, giesst das Collodion auf, vertheilt es durch entsprechendes Bewegen der Tafel gleichmässig auf dem Papiere und lässt den Ueberschuss an

der Ablaufecke ablaufen. Es empfiehlt sich, das Collodion in eine eigene Flasche ablaufen zu lassen, in die man, um nichts zu verschütten, einen kleinen Trichter steckt.

Auch ein starker ebener Carton, dem man an einer Seite eine Ecke abschneidet, und auf welchem man (s. Fig. 175) bei *aa* und *bb* schmale Holzleisten und bei *c* einen viereckigen Kork mit einem Stifte aufleimt, thut als Unterlage des zu collodionirenden Papieres gute Dienste. Auf der Unterseite des Cartons befestigt man ebenfalls eine Handhabe. Das in gleicher Weise aufgebogene Papier wird an die Leisten angelegt und vom Stifte bei *c* niedergehalten, so dass es beim Neigen des Cartons nicht herabgleitet. Ist ein Papier collodionirt, so wird es von der Unterlage entfernt und zum Trocknen aufgehängt (s. Fig. 176). Das gesammelte überschüssige Collodion kann, wenn es wieder frei von Luftblasen ist, nach eventuellem Verdünnen mit Aether-Alcohol (1 : 1) wieder verwendet werden. Die fertig getrockneten Papiere befreit man durch Beschneiden mit der Scheere von dem dicken, an der unteren Seite befindlichen Collodionwulst und legt sie, wenn man sie nicht gleich benöthigt, zwischen Fliesspapier zwischen zwei Bretter, damit sie gerade bleiben. Zugeschnitten dürfen diese Papiere nur mittels einer scharfen Scheere werden; man hüte sich auch, sie zu rollen oder zu knicken, da die Collodionschicht sehr empfindlich ist.

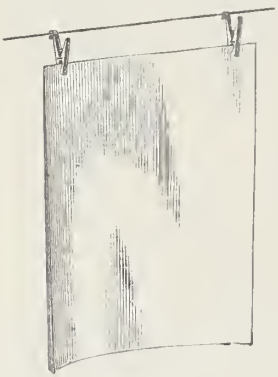


Fig. 176.

Bemerkt mag schliesslich noch werden, dass eine Vermehrung der Lösung I gegenüber der Lösung II bei der Zusammensetzung des Collodions grössere Kraft und härtere Contraste giebt, man nimmt für solche Fälle etwa 6 Theile Lösung I und 5 Theile Lösung II.

Jedes fertig gemischte Collodion muss bald verbraucht werden, da sich sonst das Chlorsilber abscheidet und dieses auch durch Schütteln schwer wieder zu vertheilen ist.

Copirt wird wie gewöhnlich, ebenso wird sehr gut gewaschen, dann wird getont; als Goldbad eignet sich besonders:

350 ccm Wasser,
50 ccm einer Lösung von doppeltgeschmolzenem essigsauren Natron (1:50),
6 ccm Chlorgoldlösung (1:50) (nicht Goldsalzlösung),

es wird erst einige Stunden nach dem Ansetzen verwendet. Man bringt die Bilder dann, ohne sie vorher zu waschen, ins Fixirbad:

20 g Natriumhyposulfit,
400 ccm Wasser,

dann wäscht man in öfter gewechseltem Wasser 2—4 Stunden aus und lässt die Bilder nicht ganz trocken werden, sondern klebt sie im halbfeuchten Zustande mit Gelatine oder Kleister auf. Durch Heisssatiniren bekommen die fertigen Bilder besonders hohen Glanz.

Empfehlenswerth soll es sein[1]), die Bilder nach dem letzten Auswaschen durch einen filtrirten Aufguss von 150 Theilen Wasser und 10 Theilen Flohsamen (Semen psyllii) zu ziehen, dem man ein klein wenig Alcohol und Glycerin zusetzt. Die Collodionschicht soll hierdurch viel geschmeidiger und dadurch widerstandsfähiger werden.

Während in allen jenen Fällen, wo es sich überhaupt nur um Herstellung eines Positivs handelt, der weiter oben beschriebene Albuminprocess der bequemste und selbst bei wenig Uebung von guten Resultaten begleitet ist, wird in manchen speciellen Fällen die Heranziehung einer der unten kurz beschriebenen Copirmethoden vorzuziehen sein.

**D. Das Copiren auf Bromsilbergelatinepapier (Eastmanpapier).**

Wo es sich um rasche Herstellung eines Positives handelt, ist diese Methode, da der ganze Copirprocess kaum mehr als 15 Minuten dauert, sehr zu empfehlen; als Mängel desselben macht sich das meist nicht so weiche, mit weniger zarten Uebergängen abgestufte Bild und dessen grauschwarze Farbe bemerkbar.

Das in den verschiedensten Formaten im Handel vorräthige Eastmanpapier ist, strenge genommen, nichts anderes als eine gewöhnliche Bromsilbergelatine-Trockenplatte, bei der die Emulsion anstatt auf Glas, auf starkem Papier aufgetragen wurde. Die Emulsion ist bromsilberreich aber gelatinearm. Die Bromsilbergelatine-Papiere werden meist in mehrfachen, lichtdichten Couverts in den Handel gebracht; man lege diese Couverts, wenn sie einmal geöffnet wurden, in eine vollkommen lichtdicht schliessende Blech- oder Holzcassette. Die Copien werden wie beim Albuminprocess im Copirrahmen hergestellt, nur mit dem Unterschiede, dass das Papier bei rothem Lichte eingelegt werden muss, natürlich mit der Schichtseite gegen das Negativ. Nachdem dies geschehen und der Copirrahmen ge-

1) Phot. Archiv 1884, S. 237.

schlossen ist, exponire man den Rahmen entweder gegen Tageslicht, oder meist besser gegen Lampenlicht. Für sehr dünne, flaue Negative ist schwaches gelbes Licht, wie das einer gewöhnlichen, kleinen Petroleumlampe nöthig, indem sich auf diese Weise ein starker, markirter Abdruck von einem Negative erhalten lässt, das zur Herstellung von Albuminbildern viel zu dünn und flach sein würde. Starke und intensive Negative sind besser am Tageslichte zu copiren.

Die Belichtungszeit variirt mit der Dichtigkeit des Negativs und der Intensität der Lichtquelle; als ungefähre Norm kann man jedoch annehmen: für ganz dünne, zum Herstellen guter Abdrücke brauchbare Glasplatten eine Secunde bei zerstreutem Tageslicht und zehn Secunden bei einem auf ein Drittel Meter entfernten, gewöhnlichen Gasbrenner.

Um gegen Tageslicht zu exponiren trägt man den Copirrahmen gut mit schwarzem Carton bedeckt an den Ort, wo man die Exposition vornehmen will und entfernt dort rasch den Carton, um ihn nach entsprechender Belichtung (1 — 3 Secunden) wieder ebenso rasch darüber zu decken. Zum nun folgenden Entwickeln des Papierbildes bedarf man folgender Lösungen:

Lösung I.

| | |
|---|---|
| Oxalsaures Kali . . . . . | 500 g, |
| Destillirtes Wasser . . . . . | 1500 ccm, |

Schwefelsäure bis zur sauren Reaction. Probe mit Lackmuspapier.

Lösung II.[1])

| | |
|---|---|
| Schwefelsaures Eisenoxydul . . . . | 50 g, |
| Heisses Wasser . . . . . | 100 ccm, |
| Schwefelsäure (od. Citronensäure 0,7 g) | 0,2 g. |

Lösung III.

| | |
|---|---|
| Bromkalium . . . . . | 1 g, |
| Wasser . . . . . | 32 g. |

Man halte diese Lösungen gesondert und menge sie nur für sofortigen Gebrauch.

Der nun folgende Entwicklungsprocess muss natürlich wieder in der Dunkelkammer bei rothem Lichte vorgenommen werden.

Man nehme in einer passenden Schale von Lösung No. I: 200 ccm, von No. II: 30 ccm und von No. III: 2 ccm.

1) Lösung II ist höchstens eine Woche lang haltbar.

Man menge die Flüssigkeiten in der angegebenen Ordnung und gebrauche sie kalt. Nach geschehener Belichtung tauche man das Papier in Wasser bis es weich wird und bringe es dann in das Entwicklungsbad.

Das Bild muss langsam zum Vorschein kommen und die Entwicklung eine kräftige und brillante sein. Sobald die Schatten hinreichend schwarz sind, giesse man die Entwicklungsflüssigkeit ab und bespüle das Bild mit folgender Reinigungslösung:

| | |
|---|---|
| Essigsäure . . . . . | 4 g, |
| Wasser . . . . . | 1000 ccm. |

Zwischen dem Entwicklungs- und dem Reinigungsprocesse wird das Bild nicht gewaschen. Man nehme eine genügende Quantität der Reinigungslösung zum Bespülen des Bildes und lasse die Wirkung eine Minute anhalten, giesse dann die Lösung weg und fülle das Bad von neuem; man wiederhole dieselbe Operation drei Male, wasche dann das Bild in reinem Wasser aus und tauche es auf zehn Minuten in das Fixirbad, bestehend aus:

| | |
|---|---|
| Unterschwefligsaurem Natron . . . | 100 g, |
| Wasser . . . . . | 500 ccm. |

Nach dem Fixiren lasse man das Bild zwei Stunden lang im Wasser liegen und hänge es danach zum Trocknen auf. Der Entwickler muss für jede frische Operation erneuert werden.

Der Zweck der Reinigungslösung besteht darin, das Absetzen des in dem Entwickler enthaltenen Eisens in den Papierfasern zu verhüten. Letzteres kann nur dadurch erzielt werden, dass man das Papier beim Ausspülen des Entwicklers sauer hält. Citronensäure kann die Essigsäure in der Reinigungslösung ersetzen; man nehme dann 3 g auf einen Liter Wasser.

Der schliessliche Ton wird auf dem Bromsilberpapier nur durch Entwicklung erzielt: es lassen sich eine Reihe von Nüancen, von einem weichen Grau bis auf ein reiches Sammtschwarz hervorrufen, je nach der Dichtigkeit des Negativs und der Qualität des beim Copiren herrschenden Lichtes.

Die leiseste Spur von unterschwefligsaurem Natron oder Pyrogallussäure wirkt ebenso wie beim Albuminpapier verhängnissvoll auf das Bromsilberpapier, und der Photograph muss beim Handhaben der erwähnten Chemikalien die grösste Vorsicht ausüben. Die für den Oxalat-Entwickler verwendete Schale soll deshalb nie für andere Zwecke benutzt werden. Das Eastman'sche, mit der Fabrikationsmarke „A“ versehene Bromsilberpapier kann zum Anfertigen von Proben

von entwickelten Negativen, bevor sie trocken sind, benutzt werden. Dies geschieht auf folgende Weise: Man feuchte ein Stück des „A"-Papieres an und quetsche es mit der lichtempfindlichen Seite auf das fixirte und gewaschene Negativ, trockne die Glasseite des Negativs und exponire es auf einige Secunden dem Lichte einer Lampe oder eines Streichholzes; man entferne dann das Papier und entwickle es in dem Oxalat-Entwickler in der oben geschilderten Weise; es wird dann fixirt und abgespült. Hierauf quetsche man den Abdruck mit der Vorderseite nach unten auf eine Spiegelglasplatte oder eine Hartgummitafel und lasse ihn trocknen. Er wird dann heruntergeschält und zeigt eine hübsche Glanzfläche. Zur Verhütung der Luftblasenbildung bringe man das Positiv unter Wasser auf die Gummiplatte. In allen Fällen muss das Negativ gehörig gewaschen werden, um das Beschädigen des Bromsilberpapieres durch das unterschwefligsaure Natron zu verhüten. Die Copien auf haltbarem Bromsilberpapier müssen trocken aufgeklebt werden, d. h. man trage den Klebestoff nur dann auf, wenn die Positive ganz trocken sind. Das Trocknen soll nicht wie bei Albumin-Papier zwischen Löschpapierlagen geschehen, die Positive sind vielmehr auf eine Leine zu hängen, oder auf Glas oder reines Papier mit der Rückseite nach unten zu legen. Wenn trocken, streiche man auf die Rückseite eine dünne Kleisterschicht auf, bringe das Positiv auf Carton und reibe es mit einem weichen Tuche ein. Positive auf „A"- oder „B"-Papier können gewalzt oder satinirt werden. Das „C"-Papier wird absichtlich mit rauher Oberfläche hergestellt und soll daher nicht satinirt werden. Diese Sorte des Papieres eignet sich besonders dann, wenn auf dem fertig copirten Bilde mit Bleistift und Wischer gearbeitet werden soll.

Man kann den auf glattem („A"- oder „B"-) Papier hergestellten Positiven eine hübsche polirte Fläche beibringen, wenn man auf folgende Weise verfährt: Man bestreue die Oberfläche einer Glasplatte mit pulverisirtem Federweiss, reibe sie gleichmässig und sachte mit einem Stück Watte ein, setze das Reiben so lange fort, bis die ganze Kreide entfernt ist und übergiesse dann die so vorgerichtete Platte in der üblichen Weise mit $1^1/_2$ Proc. Rohcollodion.

Nach gehörigem Auftragen des Collodions bringe man die Glasplatte mit der Vorderseite nach oben in eine Tasse mit Wasser, in welcher bereits das eben fixirte und gewaschene Bromsilberpositiv mit der Vorderseite nach unten schwimmt; man fasse nun Platte und Positiv an einem Ende an und hebe sie zugleich aus dem Bade, man vermeide Blasenbildung und lasse das Wasser am entgesetzten Ende

hinunterfliessen; nun quetsche man das Positiv auf die Platte und lege sie zum Trocknen aus. Ehe das Positiv ganz trocken ist, trage man auf die Rückseite eine Schicht Kleister auf. Wenn ganz trocken, entferne man das Positiv von der Glasplatte und die Fläche desselben wird eben so hübsch polirt sein, wie die der Glasplatte: Man kann nun das Positiv auf folgende Weise auf Carton aufkleben. Man befeuchte den Carton mit einem nassen Schwamme und lege dann das Potitiv hinauf; hierauf gehe man mit einem weichen Lappen darüber und lasse es unter Druck trocknen.

Wenn man die fertig gewaschenen Bilder in eine Mischung von einem Theile Glycerin und fünf Theilen Wasser taucht und hierauf trocknet, so zeigen die trockenen Positive keine Tendenz, sich einzurollen, wie dies gewöhnlich der Fall ist und sie können unaufgezogen als Illustrationen in Büchern benutzt werden. Die stärkeren Sorten „B" und „C" eignen sich besonders zu diesem Zwecke.

Auch ohne vorherige Anwendung obigen Bades getrocknete Positive können auf leichte Weise gestreckt werden: Man fahre über die Rückseite mit einem scharfkantigen Lineal und hebe das hinter dem Lineal befindliche Ende, während man das Lineal weiter fortbewegt.

Zum Vermeiden gelber Positive sind vier Dinge unbedingt nothwendig:

1. Der Entwickler muss sauer reagiren.
2. Die Reinigungslösung muss in der oben angegebenen Weise gebraucht werden.
3. Es muss jedesmal eine frische Lösung von unterschwefligsaurem Natron zum Fixiren genommen werden.
4. Die Negative müssen nach dem Fixiren gehörig ausgewaschen werden.

Blasen erscheinen manchmal auf dem Bromsilberpapier; dem Uebel wird dadurch vorgebeugt, dass man etwas Kochsalz dem auf das Fixirbad folgenden Wasserbade hinzufügt.

Das Eastman'sche Bromsilberpapier wird in drei Sorten angefertigt:

„A". Glatt, fein. — Für Probepositive, zum Copiren von Zeichnungen etc. mittels des Lichtpausverfahrens.

„B". Glatt, stark. — Für Positive und Vergrösserungen.

„C". Rauh, stark. — Für Positive, Vergrösserungen und speciell für jene Fälle, wo auf den photographischen Copien mit Hilfe von Bleistift, Aquarell- oder Oelfarben auf photographischer Basis eine weitere Zeichnung vorgenommen werden soll. In diesem speciell für

den Mikrophotographen wichtigen Falle empfiehlt es sich, die Copien in mit destillirtem Wasser (bis zur gleichen Menge) verdünnten Oxalat-Entwickler zu entwickeln, da hierdurch das Bild in allen Details erscheint, ohne aber sehr kräftig zu werden, sodass ein Ueberzeichnen mit Bleistift oder dergl. leicht möglich ist.

### E. Der Platindruck.

Dieser in neuerer Zeit immer mehr beliebte, insbesondere durch Pizzighelli sehr vervollkommnete Process wurde bis vor Kurzem ausschliesslich in der Art durchgeführt, dass man nach bestimmten Regeln unter Mitanwendung einer Platinverbindung hergestellte Papiere unter dem Negativ soweit belichtete, bis sich ein schwaches Bild zeigte, dieses wurde dann durch einen Entwicklungsprocess gekräftigt.

Den Bemühungen des genannten Herrn ist es gelungen, den Weg der Entwicklung zu umgehen und mehrere Verfahren ausfindig zu machen, welche ein directes Copiren bis zur nöthigen Dichte gestatten. Gegenüber dem Albuminprocess hat der Platindruck neben grösser Haltbarkeit den Vortheil, keiner Tonung zu bedürfen und doch im Ton recht schöne Bilder zu geben; weiter kann man auf Platincopien mit Pinsel und Bleistift leicht jede gewünschte Nachhilfe anbringen, so dass insbesondere dann, wenn die Copie nur als Grundlage einer Bleistiftzeichnung dienen soll, dieser Process sehr zu empfehlen ist. Als Nachtheil gegenüber dem Verfahren mit haltbar gesilbertem Albuminpapier ist zu bemerken, dass die präparirten Platinpapiere weniger lange brauchbar bleiben als jene.

#### I. Direct copirendes Platinpapier ohne Entwicklung.

Pizzighelli[1]) giebt folgende Vorschrift zur Herstellung von direct copirendem Platinpapier[2]):

Zur Sensibilisirung benöthigt man:

| | |
|---|---|
| A. Kaliumplatinchlorür . . . . . | 1 g, |
| Destillirtes Wasser . . . . . | 6 ccm. |
| B. Natriumferridoxalat . . . . . | 40 g, |
| Gummi arabicum, gepulvert . . . . | 40 g, |
| Lösung von Natriumoxalat (3:100 aq.) | 100 ccm, |
| Glycerin . . . . . | 3 g. |

Die Natriumoxalat-Lösung wird auf 40—50 Grad C. erwärmt, darin das Ferridsalz und das Glycerin gelöst und die warme Lösung

1) G. Pizzighelli, Der directe Platindruck. Phot. Corresp. 1888, S. 1.

2) Nach dieser Methode hergestelltes Platinpapier ist bei A. Hesekiel und Jakoby, Berlin NO., Landsbergerstrasse 32 käuflich.

zu dem in einer Reibschale befindlichen Gummi unter Umrühren nach und nach zugefügt. Man verreibt eine Zeit lang und lässt das Gemisch durch einige Stunden stehen, damit sich etwa zusammengeballte und ungelöste Gummitheilchen auch noch vollkommen lösen können. Man verreibt dann nochmals gut und seiht die Lösung durch ein reines Tuch in eine weithalsige Flasche. Die dickflüssige Lösung ist trübe und von grüner Farbe.

C. Gummi-Eisenlösung B . . . . . 100 g,
Kaliumchlorat . . . . . 0,4 g,

D. Quecksilberchlorid-Lösung (5:100 aq.) 20 g,
Lösung von Natriumoxalat (3:100 aq.) 40 g,
Gummi arabicum, gepulvert . . . . 24 g,
Glycerin . . . . . 1,8 g.

Lösung D wird analog der Lösung B hergestellt.

Die Mischungsverhältnisse der Lösungen A—D sind für die Sensibilisirung eines Bogens photographischen Rohpapiers, d. i. für 45 × 58 cm folgende:

1. Für schwarze Bilder mische man kurz vor der Sensibilisirung:

Platinlösung $A_3$ . . . . . 5 ccm
Gummi-Eisenlösung $B_3$ . . . . . 6 ccm
Gummi-Chlorat-Eisenlösung $C_3$ . . 2 ccm
Zusammen 13 ccm.

2. Für sepiabraune Bilder:

Platinlösung $A_3$ . . . . . 5 ccm
Gummi-Chlorat-Eisenlösung $C_3$ . . 4 ccm
Gummi-Quecksilberchloridlösung $D_3$ . 4 ccm
Zusammen 13 ccm.

Das Auftragen der Mischung auf Papier geschieht mit einem nicht in Metall (Blech) gefassten Borstenpinsel; der Gummizusatz giebt hierbei zur Entstehung einer Unzahl Blasen Veranlassung, dieselben sind aber von keiner Bedeutung, da sie durch leichtes Ueberfahren in kreisförmiger Bewegung mit einem Vertreibpinsel vollständig verschwinden. Man darf nicht mit obiger Mischung sparen und eventuell mehr Papier mit derselben sensibilisiren wollen, da sonst beim Copiren keine Brillanz der Copien in den Schattenpartien erreicht werden kann. Das Trocknen des Papieres nach dem Sensibilisiren geschieht dadurch, dass man den Bogen in der Nähe eines Ofens, bei einer Temperatur von 30—40 Grad C., aufhängt, die trockenen Papiere zeigen einen schwachen, vom Gummi herrührenden

Glanz. Das Trocknen soll in 10 Minuten beendet sein. Jedoch darf die dabei angewandte Temperatur nicht höher sein, als oben angegeben, da sonst eine theilweise Reduction auch bei Lichtabschluss stattfindet.

Am besten ist es, man trocknet die Papiere in einem mittels einer Wärmflasche geheizten Trockenkasten (s. Fig. 177), derselbe kann, mit Ausnahme der Decke, welche aus schwarzem Leinenstoff besteht, um der Feuchtigkeit den Austritt zu gestatten, aus Pappendeckel bestehen. Im Innern befindet sich zu unterst eine Wärmflasche aus Zinn oder Zink von der Grösse des Bodens, die bei *a* füllbar ist. Oben sind mehrere mit Organtin bespannte Holzrahmen *B* in

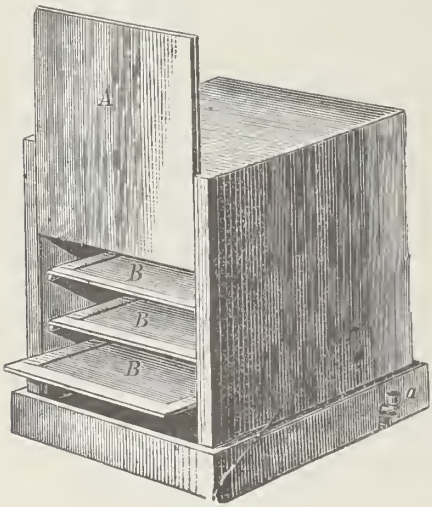



Fig. 177.

Fig 178

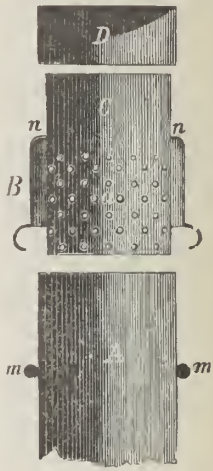



Fig. 179.

Abständen von mindestens 10 cm einschiebbar, auf welche das Papier zum Trocknen gelegt wird. Vor dem Gebrauche wird die Wärmflasche mit heissem Wasser gefüllt; sobald die Temperatur im Innern 30—40 Grad zeigt, beginnt man die Papiere zu sensibilisiren. Man legt jeden sensibilisirten Bogen zuerst auf die oberste Etage des Trockenkastens und rückt mit den früher sensibilisirten nach unten.

Die Papiere müssen nach dem Trocknen, zum Schutze vor Feuchtigkeit, in einer eigenen Chlorcalciumbüchse [1]) aufbewahrt werden.

Die Figuren 178 und 179 zeigen eine solche. Der Deckel der Büchse besteht aus einem unteren Theile *C*, der auf die eigentliche

1) Eigene, sogenannte Chlorcalciumbüchsen, sind im Handel.

Büchse *A* aufgesteckt wird und den durchlöcherten Einsatz *a* enthält, in den man trockenes Chlorcalcium in Organtin eingewickelt bringt. Der Theil *D* dient zum Verschluss von *a*. Die Fuge bei *m* kann durch einen Gummiring, den man darüber zieht, noch weiter gedichtet werden. Auch die auf Seite 268 beschriebene Blechbüchse mit dem von Marion empfohlenen Drahtgitter-Einsatz thut sehr gute Dienste. Meist genügt auch eine gut schliessende Blechbüchse, in welche man behufs der vollständigen Trockenhaltung der darin enthaltenen Luft ein flaches mit Chlorcalciumstücken zur Hälfte gefülltes Glasgefäss hineinstellt, dessen freie Oeffnung man mit Tüll überbunden hat.

Es scheinen übrigens nach Pizzighelli die nach dieser Methode hergestellten Papiere etwas haltbarer zu sein, als die nach anderen Methoden (s. u.) bereiteten, da Proben, ohne besondere Vorsichtsmassregeln aufbewahrt, noch nach 10 Tagen ebenso gute Copien lieferten, als die in einer Chlorcalciumbüchse bewahrten.

Das Copiren geschieht in der gleichen Weise wie bei allen directen Copirverfahren durch Auslegen der beschickten Copirrahmen ans Tageslicht. Hier darf das Bild nicht wie beim Albuminprocess übercopirt werden, sondern nur soweit, wie es schliesslich aussehen soll.

Wenn eine Partie Bilder fertig copirt ist, legt man sie in eine Mischung von:

| | |
|---|---|
| Salzsäure . . . . . | 1 Vol. |
| Brunnenwasser . . . . | 80 Vol. |

Man wechselt diese Flüssigkeit 2—3 mal, bis sie keine gelbe Farbe mehr zeigt, schliesslich wäscht man die Bilder in 2—3 mal gewechseltem Wasser und hängt sie zur Trockene auf.

Nicht genügend auscopirte Bilder können in einer concentrirten, gewöhnliche Zimmertemperatur habenden Lösung von neutralem Kalium- oder Natriumoxalat, oder in einer 5procentigen Lösung gewöhnlicher Soda fertig entwickelt werden; natürlich muss dies vor dem Baden in verdünnter Salzsäure geschehen. Bemerkt muss werden, dass bei längerem Liegenlassen der copirten Bilder im Dunkeln ein wenn auch geringes Weitercopiren derselben stattfindet.

Die für Sepiaton hergestellten Papiere sind empfindlicher als jene für schwarze Töne; man erhält sehr weiche Bilder, wenn man statt der Chlorat-Eisenlösung *C* die gewöhnliche Eisenlösung *B* nimmt; für Negative mittlerer Dichte ist aber erstere entschieden vorzuziehen.

Schliesslich muss noch darauf hingewiesen werden, dass sowohl die Eisensalze in fester Form, als auch deren Lösungen, sowie die

Quecksilberchlorid-Natriumoxalatlösung *D* lichtempfindlich sind und deshalb in einem dunklen Raume aufbewahrt werden müssen; die Platinlösung ist hingegen lichtbeständig. Natürlich müssen auch hier alle Arbeiten beim Sensibilisiren und Trocknen der Papiere bei gedämpftem, künstlichem Licht vorgenommen werden; das Einlegen der Papiere in den Copirrahmen und das Waschen der copirten Bilder kann auch bei schwachem Tageslicht geschehen.

Seit neuester Zeit werden nach obigem Verfahren hergestellte Papiere (s. o.) in den Handel gebracht und empfiehlt es sich jedenfalls, dieselben fertig präparirt zu kaufen, um der immerhin sehr zeitraubenden Präparation enthoben zu sein.

### 2. Der Platindruck mittels Hervorrufung.

Von der Beschreibung der Herstellung der Hervorrufungs-Platinpapiere kann abgesehen werden, da dieselben in vorzüglicher Qualität in allen Handlungen photographischer Bedarfsartikel vorräthig sind. Da diese Papiere gegen Feuchtigkeit ungemein empfindlich sind, werden dieselben nur in bestverschlossenen Blechbüchsen in den Handel gebracht: natürlich muss auch ihre weitere Aufbewahrung unbedingt in einer der oben beschriebenen Chlorcalciumbüchsen geschehen. Selbst beim Einlegen der Papiere in den Copirrahmen ist es empfehlenswerth, um Feuchtigkeit abzuhalten, auf die Rückseite des Papieres ein Stück Kautschukstoff oder dergleichen zu legen.

Das Copiren geschieht bei diesem Papiere in gleicher Weise wie bei Albuminpapier, wir müssen nur beachten, dass das Copiren erstens viel rascher als bei diesem vor sich geht und dass das Bild nur als schwach bräunliche Zeichnung auf dem Papiere erscheint. Bei der Belichtung geht die gelbe Färbung des Papieres nämlich erst in eine bräunliche über, diese verliert aber bei fortgesetzter Belichtung an Intensität und macht einer mehr orangefarbigen Platz, so dass die hellsten Stellen des Negatives am Positiv oft minder dunkel gefärbt erscheinen, als die Mitteltöne. Sobald in den Schattenpartien des Positives die Zeichnung, wenn auch nur sehr schwach, zu erscheinen beginnt, ist der Copirprocess beendet. Man kann hierauf die Copie entweder gleich entwickeln, oder man bewahrt sie, aber ebenfalls nur in einer Chlorcalciumbüchse auf, bis mehrere Positive hergestellt sind, die man dann in einer Reihe entwickelt.

Zum Behufe der Entwicklung bedarf man einer kaltgesättigten Lösung von neutralem, oxalsaurem Kali, welche man mit Oxalsäure bis zu deutlicher saurer Reaction (mit Lackmuspapier zu prüfen) an-

säuert. Diese Lösung wird, wenn man ans Entwickeln schreitet, in einem Kochkolben oder einem emaillirten Eisengefässe bis nahezu zum Sieden erhitzt und dann in eine flache, genügend grosse, emaillirte Eisentasse, welche die Form der im Negativprocess verwendeten Porzellantassen besitzt, ausgegossen. Man wartet einige Minuten bis die Lösung sich auf etwa 80 Grad C. abgekühlt hat; dann beginnt man das Entwickeln, indem man ein Bild nach dem andern an den zwei entgegengesetzten Schmalseiten mit Daumen und Zeigefinger fasst und es mit mässiger Geschwindigkeit durch die Oxalatlösung durchzieht. Letztere sollte hiezu mindestens 1—2 cm hoch in der Tasse stehen. Im Bade verändert sich die bräunliche Färbung des Positives fast momentan in ein saftiges schönes Schwarz. Ist das Bild beim ersten Durchziehen durch den Entwickler noch nicht kräftig genug erschienen, so kann es noch ein- bis zweimal durchgezogen werden. Ueberexponirte Bilder werden in etwas kühlerem Entwickler hervorgerufen (man entwickelt solche Bilder zum Schlusse, wenn das Bad schon etwas abgekühlt ist), unterexponirte Copien können in siedend heissem Bade entwickelt werden. Anstatt des Haltens der Bilder mit den Händen können besonders in letzterem Falle mit Vortheil breite Horn-Pincetten verwendet werden. Da die saure Reaction des Entwicklers oft nach und nach verschwindet und einer alkalischen Platz macht, muss dies Verhalten von Zeit zu Zeit controllirt werden. Der einmal gebrauchte Entwickler kann sehr oft wieder verwendet werden, man braucht nur manchmal etwas destillirtes Wasser zuzugeben, um das beim Erhitzen verdampfende wieder zu ersetzen.

Nach dem Entwickeln kommen die Bilder in eine mit verdünnter Salzsäure (1 : 80 aq.) gefüllte Tasse. Man wechsle diese Säurelösung mindestens dreimal in Intervallen von 5—10 Minuten, dann legt man die Bilder durch eine Viertelstunde in mehrfach gewechseltes Wasser. Hierauf werden dieselben wie Albumincopien zwischen Löschpapier getrocknet, oder schon im halbfeuchten Zustande mit Kleister aufgezogen.

Zum Schlusse sei noch besonders aufmerksam gemacht, dass die Copien auf Platinpapier neben dem gleich unten zu erwähnenden Vortheil insbesondere darum hervorragende Beachtung verdienen, weil sie durch unbegrenzte Dauerhaftigkeit ausgezeichnet sind. Bezüglich der beim Platin-Copirverfahren zu verwendenden Negative muss hervorgehoben werden, dass dieselben kräftig und brillant, ja eher etwas hart, als flau sein müssen, um die bestmöglichsten Resultate zu erhalten.

### F. Copien von Negativen als Grundlage für Bleistift- oder Farbenzeichnungen.

Wie schon des Oefteren erwähnt, handelt es sich bei dem Naturhistoriker, speciell dem Mikroskopiker, sehr oft nicht um ein in jeder Richtung vollendetes Negativ, sondern er ist zufrieden, wenn er die Hauptconturen des betreffenden Präparates in photographischer Richtigkeit fixirt hat. In diesem Falle wünscht er dieselben auf ein Papier zu übertragen, welches nicht, wie Albuminpapier, für weitere Zeichnung mit Bleistift und Pinsel kaum zu brauchen ist, sondern auf ein für diese Zwecke gut geeignetes Papier. Wie wir oben erwähnten, entspricht sowohl das Bromsilbergelatinepapier (Eastmanpapier), als insbesondere das Platinpapier ganz vorzüglich diesen Bedingungen, von ersterem wird zu diesem Zwecke natürlich die Sorte *C* mit rauher Oberfläche zu wählen sein.

### G. Glasdiapositive für Projectionszwecke.

In ganz ähnlicher Weise wie wir Copien auf jenen Papieren anfertigen, die erst einer Hervorrufung bedürfen, können wir, wenn es sich darum handelt, ein Glaspositiv nach einem vorliegenden Negativ in derselben Grösse zu erhalten, einfach eine lichtempfindliche Platte anstatt des Papieres im Copirrahmen einschalten. Soll hingegen von einem in anderen Dimensionen aufgenommenen Gegenstande ein Glaspositiv für Projectionszwecke hergestellt werden, so müssen wir, da wir an ein bestimmtes, durch den zu verwendenden Projectionsapparat, gegebenes Plattenformat gebunden sind, die Originalaufnahme entweder vergrössern oder verkleinern.

Bei allen derartigen, Projectionszwecken dienenden Glasbildern, die aus leicht einzusehenden Gründen positive Bilder sein müssen, ist es nöthig, ein Verfahren zu wählen, welches ein möglichst feines Korn der lichtempfindlichen Schicht, resp. des Bildes sichert, da bei grobem Korn, zufolge der starken Vergrösserung durch die Projection, die Bilder sehr unschön aussehen.

In, wenn auch nicht sehr vollkommener Weise lässt sich diese Bedingung mit Hilfe der gewöhnlichen Bromsilbergelatine-Trockenplatten erreichen, doch kann man durch Verwendung minder hochempfindlicher Platten (16—18 Grad), die sich stets durch feineres Korn auszeichnen, und durch passenden Entwickler die eben erwähnten Mängel verbessern. Wie leicht einzusehen, hat diese Platte vor allen übrigen den Vortheil, dass sie stets vorräthig ist und dass man am meisten gewohnt ist mit ihr zu arbeiten.

Entwicklung von Trockenplatten für Diapositive.

Am besten eignet sich der Hydroxylamin- und der Oxalat-Entwickler für unseren Zweck; bei Verwendung des letzteren ist es von Vortheil, ihn etwas mehr anzusäuern und in grösserer Verdünnung anzuwenden. Eder empfiehlt:

Lösung 1:

10 g Eisenvitriol,
100 ccm destillirtes Wasser,
8 Tropfen verdünnte Schwefelsäure (1:6 aq.).

Lösung 2:

24 g neutr. oxalsaures Kali,
100 ccm destillirtes Wasser,
0,4 g Citronensäure,
1,2 g Bromkalium.

Man mischt gleiche Theile von 1 und 2 und fügt noch ein Drittel der Gesammtmenge an destillirtem Wasser hinzu, wodurch der Ton der Bilder wärmer wird. Nach dem Fixiren und Auswaschen bringt man die Bilder in ein Alaunbad, bestehend aus:

30 Theilen Alaun,
10 „ Schwefelsäure,
400 ccm Wasser.

Will man den Bildern eine noch hübschere, braune Färbung geben, so kann dies nach Eder und Toth[1]) dadurch geschehen, dass man die fixirten Bilder in eine Lösung von:

2 g doppelt chromsaures Kali,
10 g Alaun,
4 g Salzsäure,
200 ccm Wasser

bringt und so lange badet, bis sie durch und durch gelb geworden sind. Dann wässert man aus, bis jede Spur von Gelbfärbung verschwunden ist und legt sie schliesslich in einen Citrat-Entwickler[2]), den man durch Mischen von saurer Ammoniumcitrat-Lösung mit Eisenvitriol-Lösung herstellt.

Bereitung der Ammoniumcitrat-Lösung: Man übergiesst 150 g Citronensäure mit 700 ccm destillirtem Wasser, fügt 160 ccm Ammoniak (d = 0,91) hinzu und schüttelt. In kurzer Zeit löst sich die Citronensäure in der Flüssigkeit auf, welche sich hierbei freiwillig

1) Phot. Corresp. 1881, S. 112 und id. 1882, S. 11.
2) Eder (2), Bd. III, Seite 298.

erwärmt. Man versucht dann mit rothem Lackmuspapier, ob die Flüssigkeit neutral oder schwach alkalisch reagirt; wenn sie noch stark sauer ist, so setzt man noch etwas Ammoniak zu; ist sie jedoch stark alkalisch, so wirft man einige Krystalle Citronensäure hinein.

Zeigt sich diese Lösung neutral oder schwach alkalisch, so giebt man noch 100 g krystallisirte Citronensäure hinzu; sobald auch diese gelöst ist, filtrirt man die Flüssigkeit.

Darstellung der Eisenvitriol-Lösung: Es werden 100 g Eisenvitriol in 300 ccm Wasser gelöst und um die Ausscheidung von basischem Ferrisulfat zu vermeiden, vorsichtshalber 2—4 Tropfen Schwefelsäure hinzugefügt. Diese Lösung muss in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden, wenn sie nicht sehr rasch durch Oxydation verderben soll.

Kurz vor dem Gebrauche werden die Lösungen, deren Darstellung oben angegeben wurde, in folgendem Verhältniss gemischt und zwar:

90 ccm Ammoniumcitrat,
30 „ Eisenvitriol und
6 „ Chlornatriumlösung (1 : 30 aq.).

Das Gemisch erscheint vollständig klar und setzt unter keinen Umständen irgend einen Niederschlag ab. Dies geschieht auch dann nicht, wenn unrichtige Mischungsverhältnisse eingehalten werden, in welch letzterem Falle bei dem für Bromsilber bestimmten Eisenoxalat-Entwickler eine Trübung oder ein bedeutender Eisensalz-Niederschlag entstehen würde. Die Farbe des Citrat-Entwicklers ist in frischem Zustande hellgrün und wird bei Luftzutritt mit der Zeit dunkler.

Auch der gewöhnliche Verstärkungsprocess unter Anwendung von Sublimat und Verstärkung mit verdünntem Ammoniak giebt bräunliche Färbung, natürlich müssen die Platten schon entsprechend zart entwickelt werden, um durch diesen Verstärkungsprocess nicht zu dicht zu werden.

In der oben genannten Hinsicht, sowie hinsichtlich der Zartheit und Transparenz viel vollkommenere Resultate erzielt man durch Verwendung der im Handel befindlichen Chlorsilbergelatine-Trockenplatten, dieselben werden am besten mit obigem Eisencitrat-Entwickler entwickelt. Bei demselben dient Chlornatrium als Verzögerer, je mehr man hiervon zusetzt, desto klarer und contrastreicher entwickeln sich die Bilder. Die Färbung der Bilder ist von der Expositionszeit abhängig, längere Expositionszeit bei Verwendung schwacher Entwickler giebt die schönsten, wärmsten Töne.

### Allgemeines über das Exponiren von Diapositiven.

Was die practische Herstellung der Laternenbilder betrifft, muss erwähnt werden, dass im Falle der directen Copirung im Rahmen der Pressbausch entsprechend schwächer genommen werden muss, um ein Springen der Spiegeltafel zu vermeiden. Beim Einlegen der Platte muss darauf geachtet werden, dass sie auf die richtige Stelle des Negatives zu liegen kommt. Man exponirt am besten gegen eine mit Milchglaskugel überdeckte Lampe, indem man die Copirrahmen circa $^1/_2$ m von der Lichtquelle entfernt aufstellt. Die Expositionszeit wechselt nach der Dichte des Negatives, bei dieser Art der Anordnung zwischen wenigen Secunden und mehreren Minuten unter Verwendung von Bromsilbergelatineplatten.

Bei Verwendung von Chlorsilbergelatineplatten beträgt die Expositionszeit für Hervorrufung mittels des Ferrocitrat-Entwicklers bei Tageslicht 1 bis 3 Secunden, bei Gaslicht (Schmetterlingsbrenner, Distanz 30 cm) 2—4 Minuten. Sehr günstig ist das Copiren bei Magnesiumlicht: man verbrenne etwa 3 cm Magnesiumband in einer Entfernung von 40 cm vor dem Copirrahmen.

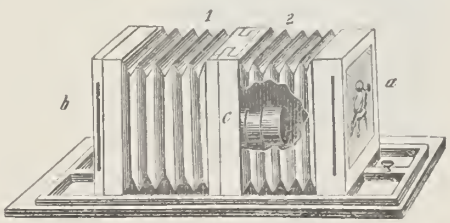


Fig. 180.

Soll von einem Negative ein Glaspositiv in anderer Grösse als der des Originalnegatives hergestellt werden, so muss man sich hierzu der photographischen Camera bedienen. Am günstigsten ist es, eine Combination zweier Cameras, wie sie vorstehende Fig. 180 veranschaulicht, zu verwenden. Die Camera 1 trägt wie gewöhnlich Einstellscheibe resp. Cassetten (*b*) auf der einen, das photographische Objectiv bei *c* auf der anderen Seite. Die zweite Camera 2 trägt anstatt einer Visirscheibe bei *b* das betreffende zu vergrössernde oder zu verkleinernde Negativ. Man sorgt durch passende Rahmen dafür, dass neben dem Negativ kein Licht in das Innere der Camera 2 dringt. Hinter dem Negativ stellt man einen Bogen weissen Papieres auf, das man von hinten her gleichmässig beleuchtet.

Man kommt auch mit einer einzigen Camera zum Ziele, wenn man die Aufnahme im dunklen Zimmer macht, das Negativ aussen ebenfalls mit breitem Rande, etwa aus starkem Carton, umgiebt und nahe hinter dem Negativ einen Schirm aus weissem Papier aufstellt, den

man von hinten mit einer Lampe gleichmässig beleuchtet. Bei dieser Anordnung ist vor allem darauf zu achten, dass kein directes und auch möglichst wenig zerstreutes Licht in das Objectiv fällt. Als Camera kann eine gewöhnliche Landschaftscamera mit genügender Balglänge, oder eine horizontale mikrophotographische Camera verwendet werden; als Objectiv eignet sich am besten ein Steinheil'scher Aplanat (No. 2—3), der, wie anderorts bemerkt, auch für Herstellung von mikrophotographischen Aufnahmen bei schwachen Vergrösserungen (s. S. 76 und 107) gebraucht werden kann.

Bei Verwendung der horizontalen mikrophotographischen Camera leistet mir die nebenstehend abgebildete Vorrichtung, Fig. 181, sehr gute Dienste. Auf einem Reiter der optischen Bank ist ein Gestelle *m* derart angebracht, dass es auf dem Reiter nach links und rechts in einer Nute laufend verschoben und mit der Flügelschraube *s* an beliebiger Stelle festgestellt werden kann. Das Gestelle trägt eine mit der Klemmschraube *k* höher und tiefer stellbare Stange, welche sich wohl auf und abschieben, aber nicht um ihre Achse drehen lässt. Auf dieser Stange sitzen zwei mit einer Schraube gegen einander bewegliche Querbalken *n*, zwischen denen die zu copirende Matrize *p* festgeklemmt wird. Um seitliches Licht abzuhalten, wird oben auf die Glasplatte *p* ein aus zwei, nur in der Mitte verbundenen, nahe nebeneinander verlaufenden Leisten gebildeter Steg *r* aufgesetzt, in dessen Spalten sich Streifen von dünnem oben umgebogenen Blech *b*, oder von undurchsichtiger schwarzer Leinwand (in die oben und unten Metallstäbchen eingenäht sind) verschieben lassen. Man schiebt diese Streifen so weit nach innen, dass sie die Ränder der Matrize etwas bedecken. Man kann durch Höher- und Tieferstellen, sowie durch Rechts- und Linksrücken des Trägers leicht jeden beliebigen Theil einer Matrize ins Gesichtsfeld bringen und kann dann, ohne diesen Theil wieder daraus zu verlieren, die Matrize durch Schieben des Trägers auf der optischen Bank dem Objectiv nach Bedarf nähern oder von ihm entfernen. Das Verschieben kann in sehr bequemer Weise dadurch geschehen, dass man am Reiter ein Stäbchen befestigt, welches bis zurück zur Einstellscheibe der Camera führt.

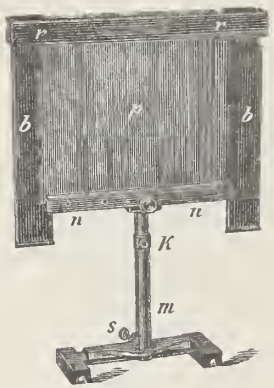


Fig. 181.

Durch entsprechende Stellung des aufzunehmenden Negatives gegenüber dem Objectiv und dadurch bedingte verschiedene Einstellung der Mattscheibe, resp. Cassette, können alle möglichen Variationen der Vergrösserung und Verkleinerung ausgeführt werden.

Sehr practisch ist bei solchen Arbeiten die Benutzung der Vergrösserungs- und Verkleinerungs-Tabelle S. 300 u. 301 (nach C. Schwier), in welcher für Objective verschiedener Brennweite, von 5—25 cm, die Entfernungen angegeben sind, in welchen bei bestimmten Vergrösserungen resp. Verkleinerungen der aufzunehmende Gegenstand einerseits, die lichtempfindliche Platte andererseits vom Mittelpunkte des Objectives entfernt sein müssen. Ein Beispiel wird die Anwendung der Tabelle noch näher erläutern.

Wir wünschen ein auf einer Platte $12 \times 16$ cm aufgenommenes mikrophotographisches Negativ zu Projectionszwecken auf eine $8 \times 8{,}5$ cm Platte mit Hilfe des oben empfohlenen Steinheil'schen Aplanats No. 2 von ca. 10 cm Brennweite zu übertragen.

Es muss somit eine Reduction des kreisförmig zu denkenden Bildes von 12 cm Durchmesser auf 8 cm erfolgen; d. i. ein Verhältniss des Originals zur Copie wie 1,5:1. Wir suchen nun die Horizontalcolonne für Brennweite 10 cm auf und dann finden wir weiter in der zweiten Verticalcolonne das Verhältniss der Vergrösserung 1.5. Die beiden dort stehenden Ziffern 16,6 und 25 sagen uns nun, dass das Originalnegativ 25 cm und die Mattscheibe, resp. lichtempfindliche Platte 16,6 cm vom Mittelpunkte des Objectives entfernt sein müssen, um das gewünschte Verhältniss zu erreichen.

### Edwards'sche Platten für Diapositive.

Schliesslich sei hier noch speciell auf die in allen grösseren Handlungen für photographische Bedarfsartikel käuflichen, durch ihre klaren und ungemein feinkörnigen Bilder ausgezeichneten, allgemein als besonders vorzüglich bekannten „Edwards' special transparency plates for lantern slides" aufmerksam gemacht. Die den Platten beigegebenen Gebrauchsanweisungen empfehlen folgende zwei Entwickler:

a) Pyro-Entwickler.

Lösung 1.

| | |
|---|---|
| Pyrogallussäure . . . . | 8,5 g, |
| Citronensäure . . . . | 1 g, man füllt auf: |
| dest. Wasser bis . . . . | 50 ccm. |

## Vergrösserungs- und

| Brennweite des angew. Objectives | Entfernungen des aufzunehmenden Gegenstandes und der matten Scheibe (Maasse in Centimetern.) | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 fach | 1,5 fach | 2 fach | 3 fach | 4 fach | 5 fach | 6 fach | 7 fach | 8 fach | 9 fach | 10 fach | 11 fach |
| 5 | 10 | 12,5 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| | 10 | 8,3 | 7,5 | 6,7 | 6,3 | 6 | 5,8 | 5,7 | 5,6 | 5,6 | 5,5 | 5,4 |
| 6 | 12 | 15 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | 72 |
| | 12 | 10 | 9 | 8 | 7,5 | 7,2 | 7 | 6,9 | 6,8 | 6,7 | 6,6 | 6,5 |
| 7 | 14 | 17,5 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | 84 |
| | 14 | 11,6 | 10,5 | 9,3 | 8,8 | 8,4 | 8,2 | 8 | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,6 |
| 8 | 16 | 20 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 | 88 | 96 |
| | 16 | 13,3 | 12 | 10,7 | 10 | 9,6 | 9,3 | 9,1 | 9 | 8,9 | 8,8 | 8,7 |
| 9 | 18 | 20,5 | 27 | 36 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | 99 | 108 |
| | 18 | 15 | 13,5 | 12 | 11,3 | 10,8 | 10,5 | 10,3 | 10,1 | 10,0 | 10,0 | 9,9 |
| 10 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| | 20 | 16,6 | 15 | 13,3 | 12,5 | 12 | 11,7 | 11,4 | 11,3 | 11,1 | 11 | 10,9 |
| 11 | 22 | 27,5 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 99 | 110 | 121 | 132 |
| | 22 | 18,3 | 16,5 | 14,7 | 13,8 | 13,2 | 12,8 | 12,6 | 12,4 | 12,2 | 12,1 | 12 |
| 12 | 24 | 30 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 |
| | 24 | 20 | 18 | 16 | 15 | 14,4 | 14 | 13,7 | 13,5 | 13,3 | 13,2 | 13,1 |
| 13 | 26 | 32,5 | 39 | 52 | 65 | 78 | 91 | 104 | 117 | 130 | 143 | 156 |
| | 26 | 21,6 | 19,5 | 17,3 | 16,3 | 15,5 | 15,1 | 14,9 | 14,6 | 14,4 | 14,3 | 14,2 |
| 14 | 28 | 35 | 42 | 56 | 70 | 84 | 98 | 112 | 126 | 140 | 154 | 168 |
| | 28 | 23,2 | 21 | 18,7 | 17,5 | 16,8 | 16,3 | 16 | 15,8 | 15,6 | 15,4 | 15,3 |
| 15 | 30 | 37,5 | 45 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 |
| | 30 | 25 | 22,5 | 20 | 18,8 | 18 | 17,5 | 17,1 | 16,9 | 16,7 | 16,5 | 16,4 |
| 16 | 32 | 40 | 48 | 64 | 80 | 96 | 112 | 128 | 144 | 160 | 176 | 192 |
| | 32 | 26,6 | 24 | 21,3 | 20 | 19,2 | 18,7 | 18,3 | 18 | 17,8 | 17,6 | 17,5 |
| 17 | 34 | 42,5 | 51 | 68 | 85 | 102 | 119 | 136 | 153 | 170 | 187 | 204 |
| | 34 | 28,3 | 25,5 | 22,7 | 21,3 | 20,4 | 19,8 | 19,4 | 19,1 | 18,9 | 18,7 | 18,5 |
| 18 | 36 | 45 | 54 | 72 | 90 | 108 | 126 | 144 | 162 | 180 | 198 | 216 |
| | 36 | 30 | 27 | 24 | 22,5 | 21,6 | 21 | 20,6 | 20,3 | 20 | 19,8 | 19,6 |
| 19 | 38 | 47,5 | 57 | 76 | 95 | 114 | 133 | 152 | 171 | 190 | 209 | 228 |
| | 38 | 31,6 | 28,5 | 25,3 | 23,8 | 22,8 | 22,2 | 21,7 | 21,4 | 21,1 | 20,9 | 20,7 |
| 20 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 248 |
| | 40 | 33,3 | 30 | 26,6 | 25 | 24 | 23 3 | 22,9 | 22,5 | 22,2 | 22 | 21,8 |
| 21 | 42 | 52,5 | 63 | 84 | 105 | 126 | 147 | 168 | 189 | 210 | 231 | 252 |
| | 42 | 35 | 31,5 | 28 | 26,3 | 25,2 | 24,5 | 24 | 23,6 | 23,3 | 23,1 | 22,9 |
| 22 | 44 | 55 | 66 | 88 | 110 | 132 | 154 | 176 | 198 | 220 | 242 | 264 |
| | 44 | 36,6 | 33 | 29,3 | 27,5 | 26,4 | 25,7 | 25,1 | 24,8 | 24,4 | 24,2 | 24 |
| 23 | 46 | 57,5 | 69 | 92 | 115 | 138 | 161 | 184 | 207 | 230 | 253 | 276 |
| | 46 | 38,3 | 34,5 | 30,7 | 28,8 | 27,6 | 26,7 | 26,3 | 25,9 | 25,6 | 25,3 | 25,1 |
| 24 | 48 | 60 | 72 | 96 | 120 | 144 | 168 | 192 | 216 | 240 | 264 | 288 |
| | 48 | 40 | 36 | 32 | 30 | 28,8 | 28 | 27,4 | 27 | 26,7 | 26,4 | 26,2 |
| 25 | 50 | 62,5 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 |
| | 50 | 41,6 | 37,5 | 33,3 | 31,3 | 30 | 29,2 | 28,6 | 28,1 | 27,8 | 27,5 | 27,3 |

## Verkleinerungs-Tabelle.

vom Mittelpunkte des Objectives bei Vergrösserungen oder Verkleinerungen.

(Maasse in Centimetern.)

| 12 fach | 13 fach | 14 fach | 15 fach | 16 fach | 17 fach | 18 fach | 19 fach | 20 fach | 21 fach | 22 fach | 23 fach | 24 fach | 25 fach |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 |
| 5,4 | 5,4 | 5,4 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,2 |
| 78 | 84 | 90 | 96 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 | 138 | 144 | 150 | 156 |
| 6,5 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,4 | 6,3 | 6,6 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,2 |
| 91 | 98 | 105 | 112 | 119 | 126 | 133 | 140 | 147 | 154 | 161 | 168 | 175 | 182 |
| 7,6 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,4 | 7,4 | 7,4 | 7,4 | 7,4 | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 7,3 | 7,3 |
| 104 | 112 | 120 | 128 | 136 | 144 | 152 | 160 | 168 | 176 | 184 | 192 | 200 | 208 |
| 8,7 | 8,6 | 8,6 | 8,5 | 8,5 | 8,5 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,3 | 8,3 | 8,3 |
| 117 | 126 | 135 | 144 | 153 | 162 | 171 | 180 | 189 | 198 | 207 | 216 | 225 | 234 |
| 9,8 | 9,7 | 9,6 | 9,6 | 9,6 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,5 | 9,4 | 9,4 | 9,4 | 9 4 | 9,4 |
| 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 |
| 10,8 | 10,8 | 10,7 | 10,7 | 10,6 | 10,6 | 10,6 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,4 | 10,4 | 10,4 |
| 143 | 154 | 165 | 176 | 187 | 198 | 209 | 220 | 231 | 242 | 253 | 264 | 275 | 286 |
| 11,9 | 11,8 | 11,8 | 11,7 | 11,7 | 11,6 | 11,6 | 11,6 | 11,6 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,5 | 11,4 |
| 156 | 168 | 180 | 192 | 204 | 216 | 228 | 240 | 252 | 264 | 276 | 288 | 300 | 312 |
| 13 | 12,9 | 12,9 | 12,8 | 12,7 | 12,7 | 12,7 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,5 |
| 169 | 182 | 195 | 208 | 221 | 234 | 247 | 260 | 273 | 286 | 299 | 312 | 325 | 338 |
| 14,1 | 14 | 13,9 | 13,9 | 13,8 | 13,8 | 13,7 | 13,7 | 13,7 | 13,6 | 13,6 | 13,6 | 13,5 | 13,5 |
| 182 | 196 | 210 | 224 | 238 | 252 | 266 | 280 | 294 | 308 | 322 | 336 | 350 | 364 |
| 15,2 | 15,1 | 15 | 14,9 | 14,9 | 14,8 | 14,8 | 14,7 | 14,7 | 14,7 | 14,6 | 14,6 | 14,6 | 14,6 |
| 195 | 210 | 225 | 240 | 255 | 270 | 285 | 300 | 315 | 330 | 345 | 360 | 375 | 390 |
| 16,3 | 16,2 | 16,1 | 16 | 15,9 | 15,9 | 15,8 | 15,8 | 15,8 | 15,7 | 15,7 | 15,7 | 15,6 | 15,6 |
| 208 | 224 | 240 | 256 | 272 | 288 | 304 | 320 | 336 | 352 | 368 | 384 | 400 | 416 |
| 17,3 | 17,2 | 17,1 | 17,1 | 17,0 | 16,9 | 16,9 | 16,8 | 16,8 | 16,8 | 16,7 | 16,7 | 16,7 | 16,6 |
| 221 | 238 | 255 | 272 | 289 | 306 | 323 | 340 | 357 | 374 | 391 | 408 | 425 | 442 |
| 18,4 | 18,3 | 18,2 | 18,1 | 18,1 | 18 | 17,9 | 17,9 | 17,9 | 17,8 | 17,8 | 17,7 | 17,7 | 17,7 |
| 234 | 252 | 270 | 288 | 306 | 324 | 342 | 360 | 378 | 396 | 414 | 432 | 450 | 468 |
| 19,5 | 19,4 | 19,3 | 19,2 | 19,1 | 19,1 | 19 | 18,9 | 18,9 | 18,8 | 18,8 | 18,8 | 18,8 | 18,7 |
| 247 | 266 | 285 | 304 | 323 | 342 | 361 | 380 | 399 | 418 | 437 | 456 | 475 | 494 |
| 20,6 | 20,5 | 20,4 | 20,3 | 20,2 | 20,1 | 20,1 | 20 | 20 | 19,9 | 19,8 | 19,8 | 19,8 | 19,8 |
| 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 | 380 | 400 | 420 | 440 | 460 | 480 | 500 | 520 |
| 21,7 | 21,4 | 21,4 | 21,3 | 21,3 | 21,2 | 21,2 | 21,1 | 21 | 21 | 20,9 | 20,9 | 20,8 | 20,8 |
| 273 | 294 | 315 | 336 | 357 | 378 | 399 | 420 | 441 | 462 | 483 | 504 | 525 | 546 |
| 22,8 | 22,6 | 22,5 | 22,4 | 22,3 | 22,2 | 22,2 | 22,1 | 22,1 | 22 | 21,9 | 21,9 | 21,9 | 21,8 |
| 286 | 308 | 330 | 352 | 374 | 396 | 418 | 440 | 462 | 484 | 506 | 528 | 550 | 572 |
| 23,8 | 23,7 | 23,6 | 23,5 | 23,4 | 23,2 | 23,2 | 23,2 | 23,1 | 23 | 23 | 23 | 22,9 | 22,8 |
| 299 | 322 | 345 | 368 | 391 | 414 | 437 | 460 | 483 | 506 | 529 | 552 | 575 | 598 |
| 24,9 | 24,8 | 24,6 | 24,5 | 24,4 | 24,3 | 24,3 | 24,2 | 24,2 | 24,1 | 24 | 24 | 24 | 23,9 |
| 312 | 336 | 360 | 384 | 408 | 432 | 456 | 480 | 504 | 528 | 552 | 576 | 600 | 624 |
| 26,0 | 25,8 | 25,7 | 25,6 | 25,5 | 25,4 | 25,3 | 25,3 | 25,2 | 25,1 | 25,1 | 25 | 25 | 25 |
| 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 |
| 27,1 | 26,9 | 26,8 | 26,7 | 26,6 | 26,5 | 26,4 | 26,3 | 26,3 | 26,2 | 26,1 | 26,1 | 26,0 | 26 |

Lösung 2.

| | |
|---|---|
| Ammoniak (d: 0,88) . . . | 7,8 g, |
| Brom-Ammon . . . . | 25,8 g, man füllt auf: |
| dest. Wasser bis . . . | 50 ccm. |

Zum Gebrauche werden gleiche Theile 1 und 2 gemischt; dieser Entwickler giebt einen warmen Ton.

Schwarze Töne giebt folgender Entwickler:

b) Hydrochinon-Entwickler.

| | |
|---|---|
| Hydrochinon . . . . | 2 g, |
| Natriumsulfit . . . . | 66 g, |
| Soda (rein) . . . . | 132 g, |
| Pottasche . . . . | 66 g, |
| Bromkalium . . . . | 2,7 g, |
| Destill. Wasser . . . | 600 ccm. |

Dieser Entwickler wird angesetzt, indem man erst das Hydrochinon löst und dann die übrigen Bestandtheile in der angegebenen Ordnung zufügt; er hält sich etwa einen Monat lang.

Die Bilder fangen in ihm in ca. 2—3 Minuten zu erscheinen an und nehmen dann an Dichte zu, in 7—8 Minuten ist die Entwicklung bei richtiger Expositionszeit beendet. Nach dem Entwickeln wird gut gewaschen und dann fixirt in einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron 1:5 aq.

Hierauf werden die Bilder abgebraust und in eine Klärungsflüssigkeit gelegt, die stets frisch angesetzt werden soll; sie besteht aus:

| | |
|---|---|
| Alaun . . . . . | 30 g, |
| Citronensäure . . . . . | 30 g, |
| Eisenvitriol . . . . . | 90 g, |
| Wasser . . . . . | 600 ccm. |

Diese Klärungsflüssigkeit sollte mehreremale über die Platte gegossen werden, bis die höchsten Lichter so transparent wie Glas sind. Dann wird in öfter gewechseltem Wasser mindestens eine Stunde lang gewaschen.

In neuester Zeit wird für diese Platten besonders folgender Oxalat-Entwickler empfohlen:

| | |
|---|---|
| Lösung A: | 60 g Oxalsaures Kali, |
| | $2^1/_2$ „ Chlorammon, |
| | 1 „ Bromkali, |
| | 500 ccm Destill. Wasser. |

Lösung B: 20 g Eisenvitriol,
10 „ Citronensäure,
10 „ Alaun,
500 ccm Destill. Wasser.

Zum Gebrauch mische man A und B zu gleichen Theilen, indem man die Lösung B in die Lösung A giesst.

Dieser Entwickler giebt bei richtiger Belichtung Bilder mit sammtschwarzer oder Purpur-Farbe; wärmere, braune Töne erhält man durch Verdünnen des Entwicklers mit Wasser oder durch Hinzutröpfeln von 3—4 Tropfen Bromkali (3:100) und entsprechender Verlängerung der Belichtungszeit. Beim Gebrauche hat es sich recht gut bewährt, einen schwachen mit Wasser verdünnten und einen normalen unverdünnten Entwickler zur Hand zu haben und die Hervorrufung mit dem verdünnten zu beginnen. Zeigt sich in solchen Fällen, dass das Bild unterbelichtet ist, so giesse man den verdünnten Entwickler ab und übergiesse die Platte mit dem unverdünnten. Man kann mehrere Platten in demselben Entwickler hervorrufen, doch verliert er schnell an Kraft und hält sich nach dem Mischen nicht lange Zeit.

Sobald das Bild in der Durchsicht dicht genug erscheint, spüle man ab und fixire in dem

Fixirbad: 100 ccm Wasser,
20 g Unterschwefligs. Natron

während 10 Minuten, wasche die Platte in öfter gewechseltem, reinem Wasser gut aus und tauche sie für kurze Zeit in das

Klärbad: 500 g gesättigte Alaunlösung,
15 „ Schwefelsäure.

In diesem Bade gewinnt das Bild sehr an Klarheit, Kraft und Tiefe und wird ein wenig heller. Hierauf wird wiederum sehr gut in oft gewechseltem reinem Wasser ausgewaschen.

Den jetzigen Ton der Bilder kann man durch Tonen in einen purpurnen bis bläulichbraunen verwandeln.

Man bereitet zur Herstellung eines Tonbades zwei Vorrathslösungen, die sich unverändert halten. Vor dem Gebrauche mischt man gleiche Theile von beiden, indem man Lösung I in II giesst, nicht umgekehrt, weil sonst das Gold zu Boden fallen würde.

| | | |
|---|---|---|
| Lösung I: | Wasser . . . . . | 1500 g, |
| | Braunes Chlorgold . . | 2 „ |
| Lösung II: | Wasser . . . . . | 1500 g, |
| | Schwefelcyanammonium . | 30 „ |
| | Unterschwefligs. Natron | 1 „ |

Bilder, die man später tonen will, kläre man lieber nicht und entwickele sie nicht zu dicht. Nach dem Tonen wasche man die Platte sehr gut aus und stelle sie zum freiwilligen Trocknen auf.

Sehr vorsichtig muss vermieden werden, dass vor und während der Entwicklung die Platten in die geringste Berührung mit unterschwefligsaurem Natron kommen; dies erzeugt Flecke. Man gebrauche deshalb für jedes Bad eine besondere Schale und behandle die Platten mit sehr reinen und trockenen Fingern.

Ich erhalte speciell mit diesen Platten auch ganz vorzügliche Resultate mit etwas angesäuertem und verdünntem gewöhnlichen Oxalat-Entwickler (s. Seite 239), dem auf ca. je 20 ccm 5—10 ccm Wasser und 1—3 Tropfen Bromkalilösung 1 : 10 zugesetzt wurden, die Bilder bekommen einen angenehmen bräunlichen Ton. Nach dem Entwickeln werden die Bilder gewaschen und dann durch 10 Minuten in ein Alaunbad (s. Seite 247) gelegt; dann wird wieder gewaschen, hierauf fixirt und nochmals bestens gewaschen. Die Expositionszeit kann bei Verwendung dieses Entwicklers etwas grösser sein, als bei den oben angegebenen Entwicklern.

Die Firma Edwards & Comp. liefert zweierlei Arten dieser Diapositiv-Platten, nämlich Chlorsilber- und Bromsilber-Platten. Erstere geben noch zartere und feinere Bilder als letztere, eignen sich aber wegen ihrer geringeren Empfindlichkeit nur für Contact-Copien im Copirrahmen. Letztere sind hingegen dann zu empfehlen, wenn mittels der Camera von einem vorhandenen Negativ ein Positiv in verkleinertem oder schwach vergrössertem Zustande aufgenommen werden soll. (Vergl. Seite 297, Fig. 180.)

Hinsichtlich der Behandlung der ersteren, nämlich der Chlorsilber-Diapositivplatten, wäre noch Folgendes zu erwähnen:

Das Einlegen dieser Platten in den Copirrahmen kann bei hellgelbem oder auch bei Kerzenlicht geschehen, da sie nur für das weisse Tageslicht sehr empfindlich sind.

Die Belichtung dauert 40—60 Secunden bei zerstreutem Tageslicht oder 5 Minuten in $^1/_3$ m Entfernung von einer Gasflamme oder gut brennenden Petroleumlampe. Reichliche Belichtung bei schwachem Lichte giebt meistens die besten Bilder. Eine einfache Art der Belichtung besteht darin, ein Stück Magnesiumband von ungefähr 5 cm Länge in einer Entfernung von $^1/_3$ m abzubrennen; es ist dies eine gleichmässige und schnellwirkende Lichtquelle, die man stets zur Hand hat.

Auf diese Weise kann man mehrere Negative auf einmal belichten. Zu diesem Zwecke stellt man die Copirrahmen reihenweise auf und zwar diejenigen mit dichten Negativen der Lichtquelle am nächsten, die mit dünneren Negativen möglichst entfernt. Bei sehr dünnen Negativen lege man über den Copirrahmen ein Blatt weisses Seidenapier oder eine fein mattirte Glasplatte und belichtet dementsprechend länger, um den hierdurch bewirkten Lichtverlust aufzuheben.

Die Platten der zweiten Art, die Bromsilber-Diapositivplatten, sind, wie erwähnt, bedeutend lichtempfindlicher als die Chlorsilberplatten und bedürfen daher eine weit geringere Belichtung, welche mittels Gas- oder Lampenlicht bewerkstelligt werden kann. Ebenso darf das Einlegen der Bromsilberplatten in den Copirrahmen nur bei rothem Lichte vorgenommen werden.

Exponirt man gegen eine Petroleumlampe, die mit einer Mattglaskugel umgeben ist, so beträgt die Expositionszeit je nach der Dichte des Negatives 10 Sekunden bis 2 Minuten.

Im Uebrigen ist die Behandlungsweise der Bromsilber-Diapositivplatten (Hervorrufen etc.) vollständig gleich mit derjenigen der Chlorsilber-Diapositivplatten.

Als zweckmässigstes Format für Projections-Diapositive möchte ich das von $8^1/_2 \times 8^1/_2$ cm Grösse empfehlen, da die meisten käuflichen Projectionsapparate für dieses Format eingerichtet sind.

### Montirung der fertigen Projections-Diapositive.

Die fertigen, getrockneten Positive werden zum Schutze vor Verletzung der Schicht mit einer zweiten, gleich grossen fehlerfreien Glastafel bedeckt, und diese beiden Tafeln können nun mit Hilfe schmaler schwarzer Papierstreifen, die man über die Ränder klebt, zusammengehalten werden.

Zur Vermeidung dieser nur nach einiger Uebung exact ausfallenden, immer aber ziemlich zeitraubenden Arbeit, hat Ritter von Loehr[1]) eine ebenso practische, als einfache und billige Fassung der Diapositive in Metall ersonnen. Besagte Neuerung besteht in viereckigen aus dünnem Blech gefertigten Rahmen, von denen drei Seiten aus falzartigen Rinnen gebildet sind, während die vierte Seite flach ist. Zur Justirung des Diapositives wird dasselbe, Bildseite nach innen, unter Zwischenlage einer Papiermaske mit dem Deckglas bedeckt

1) U. A. bei A. Moll, Wien I., Tuchlauben 9 käuflich.

und das Ganze in den Rahmen eingeschoben, den man durch Aufstülpen der planen Seite schliesst. Die derartig adjustirten Diapositive sehen gefällig aus, lassen sich bei Demonstrationen im Skioptikon etc. leicht handhaben und sind bruchsicherer aufzubewahren, als die mit Papier überklebten Platten.

# Verzeichniss der in der photographischen Praxis häufiger vorkommenden Fehler und deren Abhilfe.

## I. Beim Bromsilbergelatine-Verfahren auftretende Fehler.

### A. Bei der Emulsionsbereitung.

1. Die Emulsion will auf den damit begossenen Platten nicht erstarren. Die Ursache dieser Erscheinung ist oft die zu hohe Temperatur in der Dunkelkammer (über 18 Grad C.), in diesem Falle muss die horizontale Platte, auf welche die fertig gegossenen Platten zum Erstarren gelegt werden, abgekühlt werden, was recht gut damit erreicht wird, dass man ein grösseres Blechgefäss mit ebenem Boden, oder eine Porzellantasse (wie sie zum Entwickeln dient) mit Eisstückchen füllt und abwechselnd auf verschiedene Stellen der horizontalen Glasplatte stellt. Andererseits ist, wenn obige Voraussetzung nicht zutrifft, die Möglichkeit vorhanden, dass die Gelatine beim Waschen zu viel Wasser aufgesaugt hat[1]), oder dass die fertig gewaschene Emulsion nicht gut vom anhängenden Wasser durch Abtropfenlassen befreit wurde. In diesem Falle lässt man am besten einige (2—3) Gramm Gelatine pro 100 ccm Emulsion im Wasser quellen und schmilzt die etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde gequollene Gelatine ohne weiteren Wasserzusatz im Wasserbade bei (50—60 Grad C.) und rührt diese Lösung in die geschmolzene Emulsion nach und nach ein. Sehr günstig ist es auch, insbesondere wenn die Qualität der Gelatine nicht tadellos ist, diese durch einen kleinen Zusatz (1—3 ccm) einer Alaun-Glycerinlösung (50 Th. Wasser, 4 Th. Alaun, 4 Th. Glycerin) etwas zu härten.

2. Luftblasen sind sehr leicht zu vermeiden, wenn man die Emulsion vor dem Giessen nicht schüttelt und die auf Seite 224 abgebildete Kanne zum Giessen verwendet.

1) Eine Folge von ungenügendem oder zu langsamem Erstarrenlassen der Emulsion vor dem Waschen.

3. Zonen und Ringe, die meist schon auf den getrockneten Platten im reflectirten Lichte sichtbar sind und sich auch im Negativ oft störend bemerkbar machen, rühren von zu langsamem und ungleichmässigem Trocknen der Platten nach dem Giessen her; man stelle die Platten lockerer, so dass die Luft besseren Zutritt hat.

4. Wellen und Wülste treten leicht auf, wenn die Glasplatten zu kalt sind, oder die Emulsion ungenügend erwärmt ist, sowie wenn diese zu wasserarm ist. Man wärme die Platten etwas vor, erwärme die Emulsion auf 50 Grad C. und gebe, wenn dies noch nicht nützt, etwas Wasser zur Emulsion. Meist pflegen übrigens die Wellen und Wülste bei den fertig entwickelten und fixirten Negativen, vorausgesetzt, dass die Gelatineschicht keine Gelbfärbung besitzt, wenig zu stören.

### B. Beim Entwickeln.

1. Der Schleier. Er besteht darin, dass das auf nicht orthochromatischen Platten aufgenommene Bild, vergl. S. 253, unter einer auf der ganzen Platte gleichmässig auftretenden grauen Färbung mehr oder weniger an Deutlichkeit und Kraft verliert, ja ganz verschwindet. Seine Ursachen können Ueberexposition, verdorbene Emulsion, schlechter Entwickler oder eingedrungenes fremdes Licht sein.

Wenn die ganze Platte, mit Ausnahme der Ecken, wo sie in der Cassette aufgelegen ist, schleierig wird, so ist Ueberexposition oder fremdes Licht (Loch im Balge, schlechtes Schliessen der Cassette oder dergl.) an dieser Erscheinung schuld. Wird die ganze Platte ohne Ausnahme schleierig, so wurde sie im Dunkelzimmer belichtet was in schlechtem Verschluss des Dunkelzimmers oder zu wenig unactinischer Beleuchtung seine Ursache hat. Man lasse eine gute Trockenplatte im Dunkelzimmer zur Hälfte zugedeckt in der Nähe der Laterne fünf Minuten lang liegen und entwickle sie dann, bleiben beide Theile weiss, so ist die Dunkelkammer und ihre Beleuchtung in Ordnung. Ist verdorbene Emulsion (zuviel Ammoniak-Zusatz, Anwendung alkalisch reagirender Bromide oder Gelatine, zu langsames Trocknen der Platten, Aufbewahren in schlecht schliessenden Schachteln etc.) der Grund des Schleiers, was man sehr leicht daran erbennt, dass auch unbelichtete Platten im Entwickler schleiern, so thut der Mikrophotograph am besten, die Platten abzuwaschen und mit neuer Emulsion zu präpariren, da alle vorgeschlagenen Verbesserungsmittel meist nur unvollkommene Resultate geben. Es kann höchstens eine schwache Tendenz zur Schleierbildung durch viel Bromkaliumzusatz zum Entwickler behoben werden.

2. Grün-Schleier bei Pyro-Entwicklung. Dieser eigenthümliche dichroïtische Schleier, welcher die fertigen Negative bei auffallendem (reflectirtem) Licht grün, bei durchfallendem röthlich erscheinen lässt, kommt bei ammoniakalischem Pyro-Entwickler nicht selten vor. Er lässt sich durch Oxydationsmittel entfernen, so z. B. durch Wasserstoffsuperoxyd, oder auch mittels Alaun und Salzsäure (3 Theile Salzsäure auf 100 Theile gesättigte wässerige Alaunlösung). Professor Vogel empfiehlt das Einlegen des vorher fixirten und gut gewaschenen Negatives in eine Lösung von 0,2 g Jod, 0,8 g Jodkalium und 200 ccm Wasser bis der Grünschleier gelb erscheint. Hierauf wird das Negativ wieder in Fixirnatronlösung gelegt und schliesslich gewaschen.

3. Rother Schleier. Auch diese Art des Schleiers tritt bei Pyro-Entwicklung zuweilen auf; er resultirt meist aus der Art der Emulsionsbereitung, kann aber leicht durch Einlegen des fertigen Negatives in die unter 2 beschriebene Alaun-Salzsäure beseitigt werden. Manchmal tritt solcher Schleier auch bei Oxalat-Entwicklung auf, wenn dem Entwickler unterschwefligsaures Natron zur Beschleunigung zugesetzt wurde.

4. Der Randschleier. Dieser tritt meistens durch unreine Papiere oder Cartons auf, welche als Zwischenlage zwischen den einzelnen Platten angewandt werden. Auch Plattenkästchen aus feuchtem Carton oder frischem, harzigen Holze sind zuweilen die Ursache.

5. Grauer Schleier beim Hydrochinon-Entwickler kommt bei Verwendung frischen Entwicklers sehr oft vor; meist ist er nur ein an der Oberfläche liegender, beim Fixiren theilweise wieder verschwindender Schleier. Zusatz einiger Tropfen Bromkaliumlösung 1 : 10 oder Verdünnen des Entwicklers mit Wasser bei gleichzeitigem Zusatz von Eisessig (50 ccm gewöhnlichen Hydrochinon-Entwickler, 50 ccm Wasser und 10 Tropfen Eisessig) ist sehr zu empfehlen. Auch alleiniger Zusatz von Essigsäure, etwa 10 Tropfen auf 100 ccm unverdünnten Entwickler, wirkt sehr günstig.

6. Weisse Punkte oder kleine runde Flecken, welche schon beim Entwickeln sichtbar und beim Fixiren glasig durchsichtig werden, s. Fig. 182, rühren von Luftblasen her, die an der Platte haften und dem Entwickler den Zutritt hindern, sie lassen sich durch Schaukeln der Tasse beim Entwickeln, nöthigenfalls durch sanftes Darüberstreichen mit dem Finger vertreiben.

7. Schlieren, Fig. 183, eigenthümliche, wellenförmig gekrümmte, bandartige Streifen treten meist dadurch auf, wenn Emulsionen verschiedener Temperatur auf der Platte vertheilt werden, wie dies besonders dann der Fall ist, wenn man mit einem Stäbchen, das mit halberstarrter Emulsion überzogen ist, die aufgegossene Emulsion auf der Platte vertheilt. Sie treten, wenn auch vor dem Entwickeln meist schon sichtbar, besonders während desselben in unangenehmer Weise auf.

8. Die Platte bedeckt sich beim Entwickeln mit sandigem gelben Pulver. Dies kommt beim Oxalat-Entwickler vor, wenn zu wenig Kalium-Oxalatlösung genommen wurde. Man nimmt frischen, besser zusammengesetzten Entwickler.

9. Das Bild entwickelt sich flau (contrastlos). Meistens tritt diese Erscheinung in Folge von Ueberexposition auf. Vermehrung

Fig. 182.

Fig. 183.

des Bromkaliums im Entwickler oder Beginnen der Hervorrufung in schon öfters gebrauchtem Entwickler ist die beste Abhilfe. Nach dem fertigen Entwickeln und Fixiren können solche Bilder meist durch Verstärken verbessert werden, vor demselben kann ein vorhandener Schleier durch Einlegen in eine Mischung von Fixirnatron- und rother Blutlaugensalz-Lösung (s. Seite 252) eventuell aufgehellt werden.

10. Das Bild entwickelt sich harmonisch, ist aber schliesslich zu dünn, so dass es zu wenig Deckvermögen besitzt. Hieran ist entweder zu kurze Entwicklung oder zu verdünnter Entwickler oder auch eine mit zu dünner Schicht präparirte Platte schuld.

11. Das Bild ist zu contrastreich. Meist wurde, um ja gewiss keinen Schleier zu erhalten, zu viel Bromkalium zum Entwickler zugesetzt. Auch Unterexposition und darauffolgendes langes Entwickeln, sowie schlecht ausgewaschene, Bromsalze enthaltende Emulsion kann die Ursache sein. Im letzteren Falle entwickle man die Platten mit

Cramer'schem Entwickler, dem man mehr Ammoniak als gewöhnlich zusetzt.

12. Hellere Flecken von verschiedener Form treten oft bei dünn gegossenen Platten und langen Expositionen an jenen Stellen auf, an denen auf der Glasseite des Negatives, zufolge unsauberer Präparation der Platten, auch Emulsion haftet.

Während nämlich bei der Exposition am übrigen Negative stets etwas von dem durch die Gelatineschicht durchgetretenen Lichte von der Glasseite wieder nach vorne reflectirt und so eine stärkere Belichtung herbeigeführt wird, tritt eine solche Reflexion auf den mit Emulsion beschmutzten Stellen in viel geringerem Masse ein. Gutes Säubern der Platten auch auf der Rückseite ist deshalb vor dem Einlegen in die Cassette zu empfehlen.

13. Helle Lichthöfe um die hellen Lichter der Negative treten bei dünngegossenen Platten und kräftigen Lichtquellen nicht selten auf. Sie sind ebenfalls eine Folge von Reflexion des durch die Schicht gedrungenen Lichtes von der Glasseite des Negatives nach vorne. Collodioniren der gut geputzten Rückseite der Gelatineplatten mit Aurincollodion ist nach Stolze[1]) ein gutes Mittel gegen diese Lichthöfe. Man bereitet dieses Collodion durch Mischen von 50 ccm in der Wärme gesättigter alkoholischer Aurin-Lösung mit 150 ccm Rohcollodion und 2 ccm Ricinusöl.

14. Anstatt eines Negatives erscheint ein Positiv. Diese als Solarisation bekannte Erscheinnng ist Folge von sehr starker Ueberexposition.

15. Ablösen der Schicht vom Glase, Blasen und Faltenbildung derselben ist meist Folge schlechter Emulsion, seltener von zu alkalischem Entwickler, oder zu concentrirtem Natronbade. Als Abhilfe ist Einlegen der zu obigem Fehler Tendenz verrathenden Negative in ein Alaunbad schon vor dem Fixiren und Verwendung eines mit Alaunzusatz hergestellten Fixirbades zu empfehlen (s. S. 248).

**C. Beim Fixiren.**

Fig. 184.

Auswitterung von kleinen, oft schneeflockenartigen Sternchen aus den fixirten Platten, nach dem Trocknen derselben (siehe Fig. 184), ist die Folge schlechten Auswaschens der Negative.

1) Phot. Wochenblatt 1882, Seite 164 und 1883, Seite 96.

### D. Beim Verstärken.

Eigenthümlich dendritische Flecken. Solche, Fig. 185, treten stets dann auf, wenn zwischen dem Quecksilberchloridbad und dem

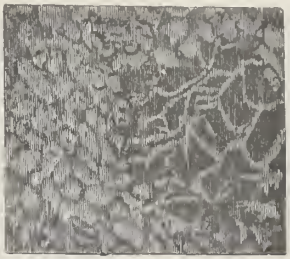


Fig. 185.

darauf folgenden Schwärzen mit Ammoniak oder Schwefelammon die Platte nicht gründlich genug gewaschen wurde.

## II. Beim Collodion-Verfahren auftretende Fehler.

### A. Beim Collodioniren der Platten.

Das Collodion fliesst schlecht und ungleichmässig. Hieran ist meist schlechtes Putzen der Platten oder zu dickes Collodion schuld. Im letzeren Falle muss es mit einem Gemisch von Aether und Alkohol verdünnt werden.

### B. Beim Sensibilisiren im Silberbade.

1. Abschwimmen der Collodionhaut tritt bei schlechtem Putzen der Platten, zu frühem Eintauchen derselben in das Silberbad, oder bei zu stark angesäuertem Bade ein.

2. Nadelstichartige Punkte treten besonders im Sommer häufig auf, indem sich aus dem warmen Silberbade das in der Kälte leichter lösliche Jodsilber ausscheidet. Abkühlen des Silberbades beseitigt meistens diesen Fehler.

3. Die Platte sieht an ihrer Oberfläche angefressen aus. Es ist dies dann der Fall, wenn im Silberbade zu wenig Jodsilber gelöst ist. Zusatz von etwas Jodlösung, oder einmaliges längeres Stehenlassen einer collodionirten Platte im Silberbade verbessert dasselbe.

### C. Beim Entwickeln.

1. Eigenthümliche Linien, s. Fig. 186, oder wolkige Flecken, s. Fig. 187, entstehen, wenn die Platte nicht genügend lang gesilbert wurde und das Silberbad noch nicht gleichmässig von der Platte ab-

floss, oder durch verkehrtes Einlegen der Platte (Ablaufecke nach oben), wobei Tropfen während der Exposition über die Platte laufen und hierbei als eine Art von Linse wirken.

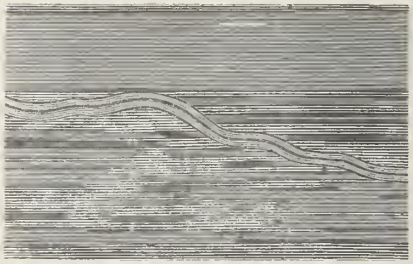


Fig. 186.

Fig. 187.

2. Marmorartige Reductionsflecken, s. Fig. 188, entstehen oft, wenn das Silberbad nicht unmittelbar vor dem Gebrauche filtrirt wurde.

Fig. 188.

3. Der Entwickler fliesst schlecht über die Platte, wenn er zu wenig Alkohol enthält, oder wenn das Silberbad schon alt ist.

4. Schleier haben ihre Ursache oft in zu wenig angesäuerten oder in alten Silberbädern, nicht selten ist auch eine zu hohe Temperatur an ihrem Entstehen schuld; im letzteren Falle kühle man Silberbad und Entwickler ab.

## III. Beim Albumin-Verfahren auftretende Fehler.

### A. Beim Copiren.

Das als Negativ scharfe Bild ist ganz oder theilweise unscharf; im ersteren Falle ist meist verkehrtes Einlegen des Negativs in den Rahmen, im letzteren ein ungenügend dicker Pressbausch schuld.

### B. Beim Tonen und Fixiren.

1. Die Bilder bleichen im Goldbade aus, bekommen aber keine schöne Farbe, die Ursache kann entweder zu frisches oder zu altes, oder auch zu kaltes Goldbad sein; auch die geringste Spur Fixirnatron im Goldbad verhindert das Tonen (vergl. S. 275). Die Tasse für das Goldbad darf nur für dieses verwendet werden.

2. Die Bilder bekommen bräunlichgrüne metallisch glänzende Flecken, sog. „Natronflecke“, diese rühren davon her, dass die Bilder

vor dem Vergolden mit, wenn auch nur minimal, durch Fixirnatron verunreinigten Fingern berührt wurden. Man tone zuerst der Reihe nach alle Bilder, bringe stets die fertigen in reines Wasser und lasse sie dort, vor Licht geschützt, bis zum Fixiren schwimmen, erst wenn alle Bilder getont sind, schreite man ans Fixiren; nur so vermeidet man sicher, gelegentlich mit Natronfingern ins Goldbad zu gerathen.

3. Die Bilder werden nach dem Fixiren gelb. Besonders bei etwas schwach copirten Bildern bei Anfängern nicht selten vorkommend, da diese, um das Bild vor weiterem „Zurückgehen" im Fixirnatron zu schützen, es zu kurze Zeit darinnen belassen. 10 bis 15 Minuten Aufenthalt im Fixirbade sind unerlässlich.

4. Vergilben der aufgeklebten Bilder entspringt theils aus dem sub 3 angeführten Grunde, oder aus ungenügendem Waschen nach dem Fixiren. Man wechsle das Wasser öfters und wasche die Bilder mindestens 12 Stunden.

## Gewinnung von metallischem Silber aus den Fixirbädern.

Da von dem auf den Gelatineplatten aufgetragenen Bromsilber nur 20—26 Proc. zur Bilderzeugung dienen und die anderen 76 bis 80 Proc. zum grossen Theil in das Fixirbad wandern, so empfiehlt es sich, sogar für Mikrophotographen die Fixirbäder zu sammeln und durch Hineinlegen von Kupferblech metallisches Silber auszuscheiden; noch besser ist es nach Lainer[1]) die Fixirbäder zu sammeln und wenn eine genügende Menge vorhanden ist, das Ganze in einem Becherglas mit einer Lösung von salzsaurem Hydroxylamin zu versetzen, worauf sich ein weisser Niederschlag ausscheidet; durch darauffolgenden Zusatz von Natron oder Kalilauge tritt nun sofort unter Aufschäumen eine pulverförmige Abscheidung von reinem metallischen Silber ein, welche durch Erwärmen noch befördert wird. Entsteht durch nochmaligen geringen Zusatz von salzsaurem Hydroxylamin in der klaren Lösung keine weitere Ausscheidung mehr, so ist die Reduction vollendet. Das abgeschiedene Silber wird durch öftere Decantation mit heissem Wasser gereinigt und kann dann direct auf Silbernitrat verarbeitet werden. In gleicher Weise kann auch aus alten Goldbädern reines Gold abgeschieden werden.

1) Jahrb. f. Phot. pro 1889, S. 27.

Anstatt des ziemlich kostspieligen reinen Hydroxylamin empfiehlt Lainer in neuester Zeit[1]) das viel billigere im Handel erhältliche Reducirsalz[2]), welches eine weisse, breiartige, Hydroxylamin enthaltende Masse von saurer Reaction darstellt. 1 Theil dieses Salzes löst sich unter Hinterlassung eines geringen unlöslichen Rückstandes in ca. 10 Theilen Wasser auf. Die Lösung ist braun gefärbt und kann vom Rückstand durch Decantion getrennt werden; sie ist leichter zersetzlich als das ungelöste Salz.

Anstatt der ebenfalls etwas theuren Natron- oder Kalilauge wird jetzt von Lainer eine Laugenstein-Lösung verwendet. Er giebt folgende Methode der Reduction an:

„Man giebt die alten Fixirbäder in ein grosses Gefäss, erhitzt am Herde und versetzt mit heisser gesättigter Laugenstein-Lösung bis zur stark alkalischen Reaction. Nun bringt man in einem grösseren Becherglase eine kleine Portion des Reducirsalzes unter Zusatz von Wasser zur Lösung und versetzt mit Laugenstein-Lösung, bis rothes Lackmuspapier blau gefärbt wird; dabei tritt Aufbrausen ein. Diese alkalische Reducirlösung setzt man zum heissen Fixirbad und rührt mit einem Holzstabe kräftig um. Die Reduction geht rasch vor sich und der Niederschlag setzt sich in kurzer Zeit zu Boden."

„Es handelt sich nun darum, zu erfahren, ob das Silber schon vollständig ausgeschieden wurde oder nicht. Um dieses zu erfahren, geht man folgenderweise vor:

Man schöpft mit dem Becherglase eine Portion des gefällten Fixirbades heraus und filtrirt (wenn sie nicht klar ist) etwas davon in eine Eprouvette."

„Man erhitzt nun die Lösung in der Eprouvette direct über einer Gas- oder Spiritusflamme bis zum Sieden. Bleibt die Lösung klar, so ist der Reductionszusatz bereits erschöpft; nun giebt man etwas Laugenstein-Lösung zu und erhitzt abermals. Entsteht ein Niederschlag, so giebt man zur Hauptlösung ebenfalls noch Laugenstein-Lösung und erhitzt weiter. Entsteht in der Eprouvette durch Laugenstein-Zusatz kein Niederschlag, so giebt man einen Tropfen Reducirsalz-Lösung zu, schüttelt und erhitzt; entsteht ein Niederschlag, so ist auch zur Hauptlösung noch neutralisirtes Reducirsalz zu geben. Entsteht aber weder durch Laugenstein,

1) Siehe Photogr. Correspondenz pro 1890, Seite 157 und 209.

2) Dasselbe wird von der badischen Anilin- und Sodafabrik hergestellt.

noch durch Reducirsalz eine Trübung der Probe in der Eprouvette, so ist die Fällung des Silbers bereits vollständig vor sich gegangen."

„Diese beschriebene, leicht durchführbare Probe muss so oft wiederholt werden, bis das Silber vollständig gefällt erscheint."

Ein Hauptaugenmerk ist bei diesem ganzen Processe darauf zu richten, dass genügend Laugenstein-Lösung zugesetzt wird.

## Der Projectionsapparat.

Zur Projection der in früher geschilderter Weise (siehe S. 294) hergestellten Diapositiv-Bilder eignet sich in vorzüglicher Weise ein der Laterna magica ähnlicher, aber vervollkommneter Apparat, der

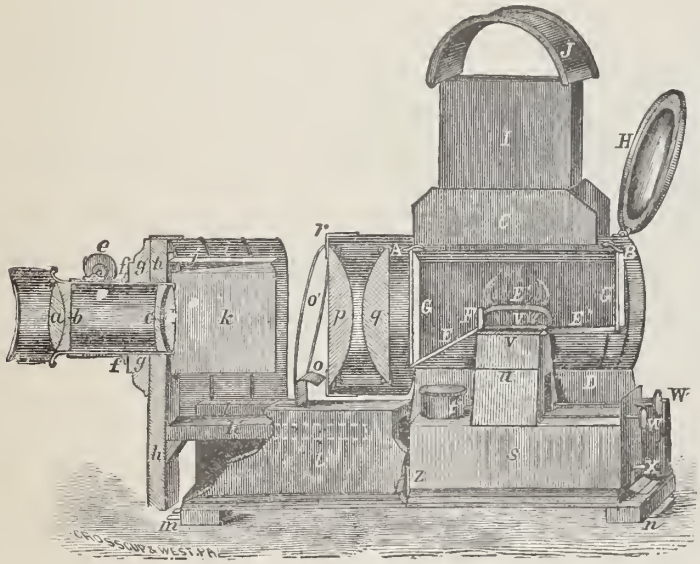


Fig. 189.

unter dem Namen Skioptikon bekannt ist. Fig. 189 zeigt ein solches Instrument[1]), welches für Petroleumbeleuchtung eingerichtet ist; einzelne Theile sind in der Figur im Durchschnitt, andere wieder in perspectivischer Ansicht dargestellt.

Die Haupttheile des Instrumentes sind: 1. die Flammenkammer mit der Lichtquelle, 2. das Condensorsystem und 3. das projicirende

1) Nach Eder's Handb., Bd. I, 1. Aufl., S. 141.

Objectiv. $AB$ ist die cylindrische Fassung des Apparates, $C$ der Ventilationsraum, $D$ die Verbindung von $AB$ mit dem Untergestelle, $EE'E''$ der Boden der Flammenkammer, $F$ ein kleiner Glasstreifen vor der Flamme, der die erwärmte Luft nach oben leitet, $GG_1$ die Gläser (oder Glimmertafeln), welche die Flammenkammer vorne und hinten begrenzen und in Nuten von $EE''$ ruhen. Durch diese Gläser wird die Flammenkammer derart abgeschlossen, dass die äussere Luft nur durch $C$ zwischen den beiden breiten Petroleumflammen eindringen kann, wodurch eine sehr vollkommene Verbrennung und dadurch ein sehr intensives Licht erzielt wird. $H$ ein Reflector, der gleichzeitig, wenn er herabgelassen ist, den Apparat verschliesst, $I$ Abzugsschornstein für die heisse Luft, durch einen passenden Deckel $J$ überbrückt, um den Austritt von Licht zu verhindern. Unterhalb der Flammenkammer, in einem separirten Raume, befindet sich das Petroleumbehältniss $s$, $t$ Hals zum Füllen des Behältnisses, $u$ Röhren, die die Dochte nach oben führen, $v$ oberer Theil dieser Röhren, $WW$ Schraubenköpfe zum Reguliren der Flammengrösse, $X$ Feder zum Feststellen der Lampe, $z$ eine Leiste, die das zu weite Einschieben der Lampe verhindert, $p$ und $q$ Condensorlinsen von $10^1/_2$ cm Durchmesser, $r$ Ring, der die Linsen in der Fassung hält, $hh$ Holzrahmen als Träger des Objectives in fester Verbindung mit dem horizontalen Brette $h'$, welches in Nuten im Bodentheile $L$ gleitet und so durch Nähern und Entfernen des Objectives eine grobe Einstellung des Bildes gestattet. Das zu projicirende Glasphotogramm wird auf die Brücke bei $o$ gestellt und durch die Feder $o'$ gegen die Condensorlinsen gedrückt; es kann von der Seite oder von oben eingeschoben werden. Das Objectiv (meist ein Porträtobjectiv) mit seinen Vorderlinsen $ab$ und Hinterlinsen $cd$ ist in den Objectivring $fg$ eingeschraubt, welcher auf $h$ angeschraubt ist, $e$ ist der Trieb des Objectives zur feinen Einstellung des Bildes, $i$ die Umhüllung, welche dem vom Condensor kommenden Lichte den Austritt verwehrt. $mn$ sind Zungen zum Einschieben in die entsprechenden auf dem Kasten befindlichen Knöpfe; es wird hierdurch das Instrument vorne fixirt, während der Rückentheil sich ein wenig zur Seite schieben lässt. Das Arbeiten mit diesen Skioptikons ist sehr bequem und vollständig gefahrlos, da das Petroleum zufolge der geschilderten Einrichtung nicht warm wird. Der erzeugte Lichtkreis ist zufolge der günstigen Anordnung der Lampen bei 3 m Durchmesser sehr gut erhellt.

Anstatt des Petroleumlichtes kann selbstverständlich bei sonst ganz ähnlichem Bau des Skioptikons Kalk- oder Zirkonlicht oder Magnesium-

licht Verwendung finden. Besonders schöne Resultate erhält man natürlich mit elektrischem Bogenlicht; doch muss bei dessen Verwendung das Gehäuse für die Lampe entsprechend grösser sein; meist wird hierfür ein fast cubischer mit Blech ausgekleideter Holzkasten gewählt, dessen Seiten ca. 60—80 cm lang sind. Einer der vollkommensten elektrischen Projectionsapparate ist der von der Firma Plössl in Wien construirte, welcher von Gaertner in den medicinischen Jahrbüchern pro 1884 beschrieben wurde.

Ein von der Firma O. Ney in Berlin[1]) hergestelltes Skioptikon mit Magnesium-Beleuchtung ist in nachstehender Fig. 190 abgebildet.

In neuester Zeit wurde von der Firma Lechner in Wien[2]) zuerst ein Vergrösserungs-, respective Projectionsapparat in den Handel gebracht, der für Ligroingas-Glühlicht eingerichtet ist. In „Lechner's Mittheilungen", für November 1889, findet sich Folgendes hierüber bemerkt:

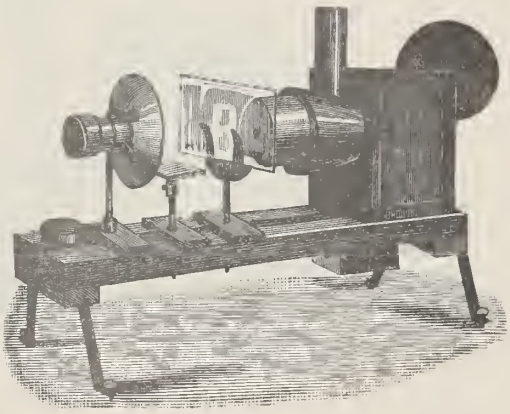


Fig. 190.

„Im Vergleiche mit den bisher gebräuchlichen mit Petroleum beleuchteten Skioptikons hat der Vergrösserungs-Apparat für Ligroingas-Glühlicht, siehe Fig. 191, wesentliche Vorzüge. Das Licht ist bedeutend stärker, es brennt weiss und ruhig und giebt einen tadellos und gleichmässig beleuchteten Lichtkreis ohne Streifen, was bei Anfertigung von Vergrösserungen sehr wichtig ist. Die Handhabung des Apparates ist folgende: Das Reservoir *A* wird bei *a* zu $^2/_3$ mit bestem Ligroin gefüllt, wobei zu beachten ist, dass die Schraube *a* nach der Füllung fest (eventuell mit Zange) anzuschrauben ist. Dann wird die kleine Spirituslampe *B* angebrannt und, damit die Flamme ruhig brennt, der Deckel *n* bei *o* über dieselbe gehangen. Unter dem Blechcylinder *D* befindet sich der Glühkörper, welchem durch das Rohr *C* das Ligroingas zugeführt wird. Durch das Erwärmen

1) Berlin SW., Wilhelmstrasse 34.
2) Wien I., Graben No. 31.

mit der Spiritusflamme bildet sich bei *o* nach einigen Minuten Ligroingas; dieses wird durch eine feine Oeffnung im Innern des Verbindungsrohres *C* bei *d* eingeleitet. Die Regulirung des Zuzuges von Gas geschieht bei *b*, wo sich ein Knopf befindet, der mittels eines Triebes eine feingespitzte Nadel in Bewegung setzt. Dreht man diesen Knopf in der Richtung nach *D*, so wird die Oeffnung bei *d* mittels vorerwähnter Nadel geschlossen und es kann kein Gas ins Rohr *C* gelangen; dreht man in entgegengesetzter Richtung, so strömt Gas ins Rohr *C*. Jetzt wird der Glühkörper angebrannt, und nach einigen Secunden erstrahlt derselbe in der gewünschten Helligkeit. Ueber den Glühkörper kommt der Blechcylinder *D* (nicht der Glascylinder), der trichterförmige Ansatz *g'* wird bei *g* (wo sich die Condensorlinsen

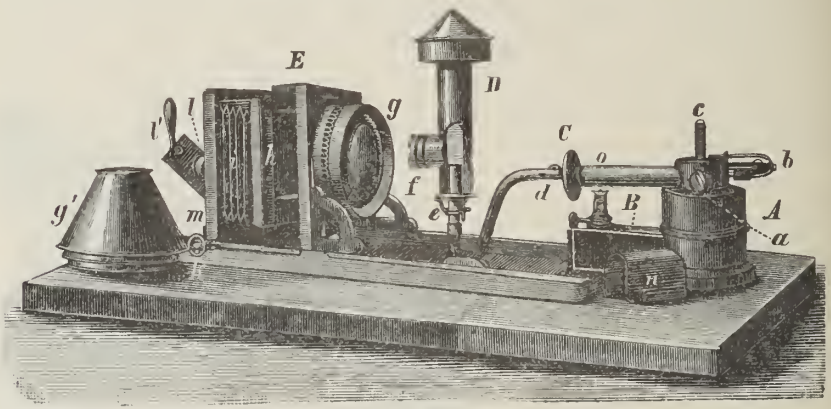



Fig. 191.

befinden) angesetzt, während der Cylinderansatz *f* in der anderen Seite des Trichters *g'* seinen Platz findet. *E* ist der eigentliche Vergrösserungs-Apparat, *h* der Bildhalter, *i* der Balgauszug, *k* der Knopf der Triebstange, mittels welchem eingestellt wird, *l* das Objectiv (ein Suter'sches Porträt-Objectiv), *l'* der Dissolver (Verschluss des Objectives)."

„Einige wichtige Notizen mögen hier noch Platz finden. Beim Arbeiten mit diesem Apparate müssen die verschiedenen Manipulationen in der vorstehend angegebenen Reihenfolge stattfinden. Der Glühkörper darf nicht früher angebrannt werden, als bis die Spiritusflamme circa zwei Minuten bereits gebrannt hat. Ferner soll durchaus nicht gleich der volle Gasstrom in den Glühkörper eingeleitet werden, sondern man regulire bei *b* derart, dass vorerst schwacher Zufluss ist und allmählich erst je nach Bedarf ein stärkerer. Es darf

sich auch nicht zu viel Gas ansammeln, weshalb die Spirituslampe, welche in einem Charnier hängt, zeitweise bei Seite geschoben werden kann, wodurch die Gasentwicklung sistirt wird. Bei *C* ist ein Ventil, durch welches, wenn der Gasdruck zu stark ist, das Gas entweicht. Das Auslöschen der Lampe geschieht, indem man erst die Spirituslampe abdreht; das Glühlicht wird dann noch ein oder zwei Minuten brennen, und dann schliesst man beim Knopf *b* die Zufluss-Oeffnung, und das Glühlicht erlischt."

„Der Glühkörper ist sehr leicht zerbrechlich und muss daher aufs Behutsamste behandelt werden; nach jedesmaliger Verwendung

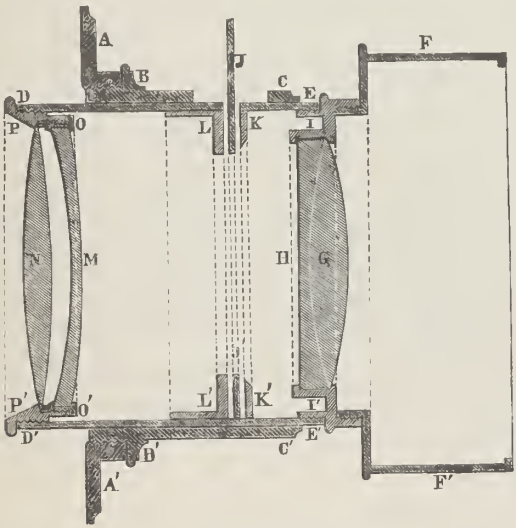



Fig. 192.

hebe man ihn sammt dem Brenner aus dem Apparat aus, setze den lediglich zum Schutze des Glühkörpers beigegebenen Glascylinder auf den Brenner und gebe das Ganze in den beigegebenen Kasten."

Wie oben erwähnt sind die käuflichen Skioptikons gewöhnlich mit einem sogenannten Porträtobjectiv ausgestattet. Ein solches besteht, s. Fig. 192, aus einem achromatischen Meniscus *HG*, dessen Convexseite nach aussen gekehrt ist, als Vorderlinse und aus einer biconvexen Combination *NM* als Hinterlinse. Der Convexconcav-Meniscus *M* ist von der Biconvex-Linse *N* durch einen Ring getrennt. *LL'* und *KK'* sind die Führungen für die Diaphragmen *JJ'*, *DD' EE'* ist die eigentliche Objectivröhre, welche mit der den Objectivdeckel tragenden weiteren Röhre *FF'* verbunden ist, *II'* ist die Fassung der Vorder-,

*PP'* und *OO'* diejenige der Hinterlinsen, *CC' BB'* ist die Führungshülse des Objectives, welche in dem Objectivring *AA'* festgeschraubt wird.

Natürlich kann auch jedes andere gute Objectiv (Aplanat, Antiplanet) von genügender Bildgrösse und Lichtstärke für unsere Zwecke dienen.

Die Projectionsapparate können in zweifacher Weise Dienste thun, einerseits können mittels derselben, wie erwähnt, nach den früher angegebenen Methoden hergestellte Diapositive an eine weisse Wand projicirt und so einem grösseren Zuhörerkreise gleichzeitig vor Augen geführt werden, was beim naturwissenschaftlichen und medicinischen Unterrichte von hoher Bedeutung ist. Es ist auf diese Art der Lehrende im Stande, dem ganzen Auditorium gleichzeitig die interessanten Stellen des Bildes zu demonstriren, indem er mit einem Stäbchen darauf hinweist.

Andererseits ist man durch diesen Apparat in den Stand gesetzt, sehr bedeutende Vergrösserungen (Positive) auf Bromsilbergelatine-Papier von einem vorhandenen Negative auf leichte Art herzustellen und man kann diese Vergrösserungen dann eventuell als Wandtafeln zur Erläuterung beim Vortrage gebrauchen. Eine einfache Methode der Herstellung solcher Vergrösserungen ist die, das Skioptikon in einem verfinsterbaren Zimmer — steht kein genügend grosses zur Verfügung, so macht man diese Arbeiten bei Nacht — auf einem kleinen Tischchen zu postiren und an der Wand des Zimmers in entsprechender Höhe ein Reissbrett aufzuhängen. Man spannt auf letzteres zuerst einen entsprechend grossen Bogen weissen Papieres und stellt das Tischchen mit Skioptikon in solcher Entfernung auf, dass das ins Skioptikon eingeschobene zu vergrössernde Negativ in passender Grösse auf dem weissen Papiere erscheint. Nachdem das Bild möglichst scharf eingestellt wurde, ersetzt man bei rother Beleuchtung des Zimmers und bei verschlossenem Objectivdeckel das weisse Papier durch ein ebenso grosses Bromsilbergelatine-Papier, das man genau auf derselben Stelle mittels Heftnägeln befestigt. Hierauf exponirt man durch Oeffnen des Objectivdeckels. Bezüglich der passendsten Expositionszeit empfiehlt es sich mittels kleiner Streifen Papieres, die man stückweise länger und kürzer exponirt, Vorversuche zu machen. Nach der Exposition wird das Bild, wie dies bei Besprechung des Verfahrens mit Bromsilbergelatine-Papier (s. Seite 283) angegeben, entwickelt und weiter behandelt.

In jenen Fällen, wo von Negativen Vergrösserungen hergestellt werden sollen, welche wegen zu bedeutender Grösse nicht ins Skioptikon eingeführt werden können, müssen entweder durch entsprechendes Verkleinern in der Camera, Positive und von diesen durch Contact-Druck im Copirrahmen wieder Negative hergestellt und diese letzteren erst zur Vergrösserung im Skiopticon verwendet werden. Anderenfalls bedient man sich eines Vergrösserungsapparates, bei welchem das Negativ nicht durch Lichtkegel erleuchtet wird, welcher von einem Condensorsystem entworfen wird, wie dies beim Skioptikon

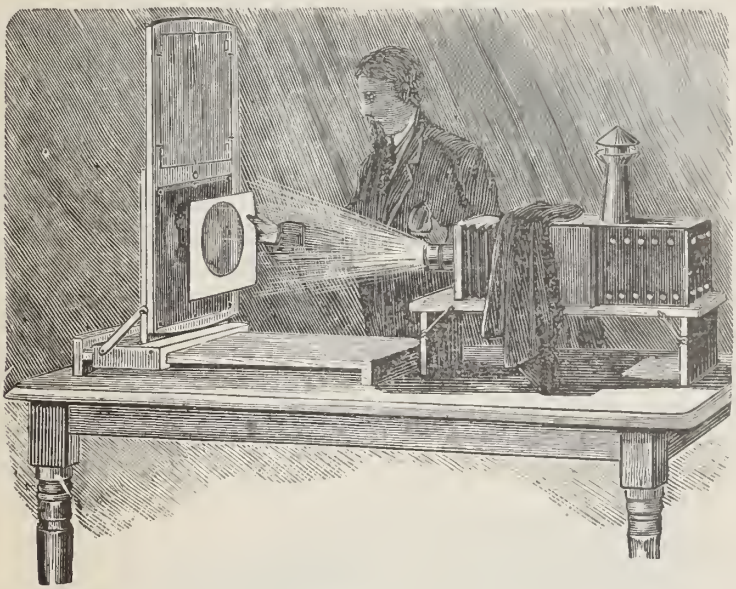


Fig. 193.

der Fall ist, sondern wo es von diffusem Lichte erhellt wird. Natürlich ist bei einem solchen Apparate die Expositionszeit bedeutend grösser, da das Bild sehr lichtschwach ist. Vorstehende Fig. 193 zeigt einen solchen Apparat (nach Beach, Phot. News. 1884, siehe Eder (2) Bd. III, S. 375).

Eder beschreibt diese Einrichtung in folgender Weise:

Eine sehr kräftige Petroleumlampe (von 28 bis 30 Kerzen Leuchtkraft) wird in einen Blechkasten mit Schornstein derartig eingeschlossen, dass aus keiner Spalte Licht hervordringen kann (Fig. 193 und 194). Hinter der Lampe befindet sich ein Spiegel als Reflector. Nach der einen Seite ist der Kasten offen und schliesst genau an eine Camera mittels eines Rahmens an.

An der Camera ist das zu vergrössernde Negativ befestigt. Zwischen Lampe und Negativ ist ein matt geschliffenes Glas eingeschaltet (Fig. 194), welches dazu dient, das Lampenlicht gleichmässig zu zerstreuen. Am anderen Ende der Camera befindet sich ein photographisches Objectiv von kurzer Brennweite (z. B. ein Porträt-Objectiv oder ein Gruppenantiplanet). Dadurch wird ein vergrössertes Bild auf den Schirm (Fig. 193) geworfen. Das Bild am Papier ist aber sehr lichtschwach und das Scharf-Einstellen verursacht einige Schwierigkeiten. Leichter wird die Sache, wenn man das Bild auf einer matten Visirscheibe in der Durchsicht scharf einstellt. Dies wird durch folgende Vorrichtung erzielt.

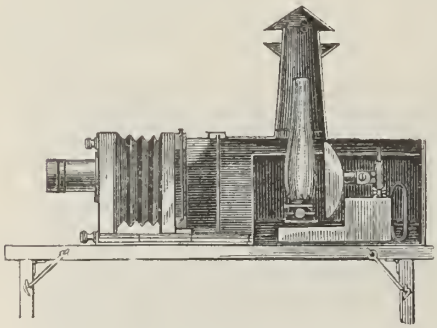


Fig. 194.

Auf einem Gestelle (Fig. 195) lässt sich ein Rahmen senkrecht aufklappen, wie in Fig. 193 angedeutet ist. Auf demselben befindet sich ein Brett, an dessen einer Seite das Papier angeheftet werden kann, während die andere Seite ausgeschnitten ist und ein mattes Glas (Visirscheibe) trägt. Man klappt es senkrecht auf, wirft das Bild auf die Visirscheibe und stellt durch Auseinanderziehen oder Zusammenschieben der Camera scharf ein; die Vergrösserung des

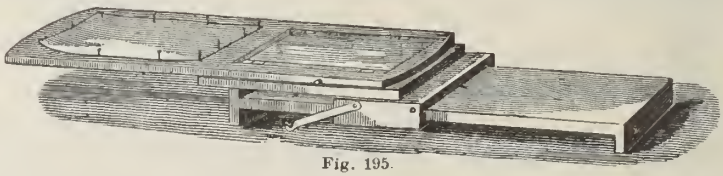


Fig. 195.

Bildes wird um so bedeutender, je weiter man die Visirscheibe vom Objectiv entfernt. Hat man scharf eingestellt, so kehrt man den Rahmen um; es kommt nunmehr die Visirscheibe nach oben und die zur Aufnahme des empfindlichen Papieres bestimmte Seite nach unten. Man schliesst den Deckel des Objectivs, heftet bei rothem Licht das Bromsilberpapier auf und exponirt je nach der Vergrösserung ungefähr 10 bis 20 Minuten. Durch vorgeschobene Vignettir-Rahmen kann man oval abgetonte Bilder erhalten.

# Einige Vervielfältigungsmethoden von Photographien für Illustrationszwecke.

Da durch die mannigfaltigen Namen, welche die einzelnen Vervielfältigungs-Verfahren an verschiedenen Orten erhalten haben, gar Manche irre gemacht werden und somit schwer die richtige Wahl treffen, wenn es sich um Vervielfältigung von photographischen Aufnahmen handelt, so dürfte es wohl am Platze sein, hier eine kurze Uebersicht über diesen Gegenstand zu geben.

### A. Copien auf Chlorsilber-Albuminpapier.

Kleinere Auflagen können wohl mit diesem früher geschilderten Copirverfahren hergestellt werden, doch sind hiebei zwei Uebelstände zu erwähnen, welche dieser Vervielfältigungsmethode anhaften, es ist dies die doch nur begrenzte Haltbarkeit der Albuminbilder und zweitens die Nothwendigkeit des Aufspannens auf ziemlich starkem Carton, um einem Werfen und Verziehen desselben vorzubeugen. Immerhin wurde diese Methode nicht selten zu Illustrationszwecken wissenschaftlicher Werke herangezogen.

Besser würde es jedenfalls sein als directes Copirverfahren den oben beschriebenen Platindruck zu verwenden, da die damit erzeugten Copien bedeutend haltbarer sind.

### B. Der Lichtdruck.

Dieses in neuester Zeit hoch ausgebildete Verfahren beruht darauf, dass belichtete Chromgelatine ihr Quellungsvermögen im Wasser einbüsst. Wie schon oben erwähnt, müssen Negative von Objecten, bei welchen der fertige Abdruck dem Original vollkommen entsprechen muss, und es nicht genügt ein nur spiegelbildlich gleiches Bild zu erhalten, eigens für diesen Zweck aufgenommen werden und zwar entweder dadurch, dass man die Aufnahme auf eine abziehbare Platte macht und die Schicht nach der oben erwähnten Methode abzieht, oder einfacher durch verkehrtes Einlegen der Platte (Schicht nach oben) in die Cassette, wobei allerdings die Einstellung alterirt wird, d. h. man muss auch die Visirscheibe verkehrt einlegen und diese soll hierbei ebenso dick sein, als die zu verwendende lichtempfindliche Platte. In diesem letzteren Falle muss ferner die Platte auf der Schichtseite mit schwarzem Papier od. dergl. bedeckt werden, da sonst die Schicht durch die am Cassettendeckel angebrachte Feder

leiden würde; auch muss die Platte auf der Rückseite von anhängender Emulsion u. dergl. vollkommen gereinigt werden. Die Entwicklung derartig exponirter Platten dauert natürlich länger als im gewöhnlichen Falle, da hier der Entwickler die unbelichtete Seite der Schicht erst durchdringen muss, um in Action treten zu können. Man wird das Fortschreiten der Entwicklung auch nicht auf der Schicht- sondern auf der Glasseite des Negativs, sowie insbesondere bei durchfallendem Lichte zu beurtheilen haben.

Natürlich lässt sich aber auch von jedem beliebigen, schon fertigen Negative ein solches „verkehrtes Negativ" herstellen, und zwar dadurch, dass man durch Contact im Copirrahmen ein Glas-Positiv erzeugt und dieses dann mittels eines gewöhnlichen photographischen Apparates wieder aufnimmt und es hierbei mit der Glasseite gegen das zu reproducirende Objectiv kehrt. Wenn auch durch dieses doppelte Copiren des Negatives die Originalaufnahme gewiss nicht verbessert wird, möchte ich aus den auf Seite 234 erörterten Ursachen Solchen. die keine Praxis im Arbeiten mit abziehbaren Platten und im Entwickeln verkehrt eingelegter Platten besitzen, die gewöhnliche Art der Aufnahme mehr empfehlen und anrathen, die übrigen Aufnahmen zur Erreichung des verkehrten Negatives von der betreffenden Lichtdruckanstalt durchführen zu lassen.

Im Lichtdruck-Atelier wird das so hergestellte Negativ auf eine mit Chromgelatine (Gelatinelösung versetzt mit doppeltchromsaurem Kali und doppeltchromsaurem Ammoniak) präparirte und in der Wärme getrocknete Spiegelglas-Platte copirt, wobei sich ein ganz schwaches bräunliches Bild, aus chromsaurem Chromoxyd bestehend, bildet. Die Platte wird durch Waschen vom Chromat befreit und dann getrocknet. Unmittelbar vor dem Drucke wird die Platte mit einer aus Wasser, Glycerin und Ammoniak bestehenden Flüssigkeit, der sogenannten „Aetze", behandelt, welche aber nichts weiter als ein Aufquellen der nicht vom Lichte getroffenen Stellen des Gelatineüberzuges zu verursachen hat. Nach oberflächlichem Abtrocknen kann die Platte mittels Lederwalzen mit fetter Druckfarbe eingewalzt werden, welch letztere nun je nach dem Grade der Trockenheit und Feuchtigkeit der Gelatine, bedingt durch die vorausgegangene Intensität der Belichtung, sich auf die Platte stärker oder schwächer ablagert und sich im selben Verhältniss beim Bedecken der Platte mit Papier und Durchziehen durch die Presse auf dem Papiere abdruckt.

Diese Methode liefert Abbildungen, welche entweder ebenso wie Copien auf Platinpapier keinen Glanz besitzen, in diesem Falle werden

sie auf gewöhnliches Papier gedruckt und werden auch nicht lackirt (gewöhnlicher Lichtdruck). Andernfalls (sog. Glanzlichtdruck) werden die Bilder auf entsprechendes Papier gedruckt und zum Schlusse in geeigneter Weise lackirt; sie sind dann von einer Copie auf Albuminpapier kaum zu unterscheiden. Auf jeden Fall hat der Lichtdruck den Albuminbildern gegenüber den grossen Vorzug der Unveränderlichkeit. Thatsächlich wurde auch schon eine grosse Anzahl von Werken auf diese Weise illustrirt und empfiehlt sich diese Vervielfältigungsmethode weit mehr als directes Copiren.

Erwähnt sei zum Schlusse noch, dass der Farbton, in welchem die Bilder gedruckt werden, beliebig gewählt werden kann. Meist wird ein bräunlicher (Photographie-Ton) oder ein schwärzlicher Ton gewählt.

### C. Die Autotypie.

Zur directen Verwendung im Buchdruck um also gleichzeitig mit dem Buchdruckersatze mitgedruckt zu werden, eignete sich für Bilder in Halbtönen bis vor Kurzem nur das oben genannte Verfahren; doch ist es leider nur für gröbere Objecte brauchbar, zartere, mit feinen Details versehene, wie insbesondere histologische Objecte werden in dieser Methode wohl nur sehr bescheidenen Anforderungen genügen können.

Diese Methode beruht darauf, dass das Negativ auf passende Art (entweder mittels feiner Netze oder mittels des sog. Runzelkorns[1]) in Striche und Punkte aufgelöst wird, wobei man beabsichtigt an den intensiv dunkeln Stellen die Punkte zu Flächen zusammentreten zu lassen, während in den Halbschatten die dunkeln Punkte durch helle Linien getrennt bleiben. Somit besteht die Bildfläche aus einer feinen Körnelung, welche durch die verschiedene Grösse ihrer Elemente die Nüancen im Tone liefert, ohne aber eigentliche Halbtöne, wie sie der Lichtdruck hat, zu erzeugen.

### D. Leimtypie von Prof. Husnik.

In neuester Zeit wurde ein Verfahren in die Praxis eingeführt, welches sich, wie es scheint, ganz vorzüglich bewährt, es sind dies die Leimdruckplatten für die Buchdruckerpresse, sog. Leimtypie, von Professor J. Husnik in Prag.

Es ist dies ein photomechanisches Hochdruckverfahren, bei welchem das Bild in der Buchdruckerpresse von einer auf einer

1) Vergl. Jahrbuch f. Photogr. pro 1887, S. 328.

passenden Unterlage fixirten Leimschicht gedruckt wird. Diese Leimschicht vertritt das Metall oder Holz der bisher üblichen Druckstöcke und auf dieselbe wird auf photographischem Wege das Bild copirt, entwickelt und unmittelbar zum Drucke verwendet. Wenngleich die Herstellung solcher Leimdruckplatten schon mehrfach versucht wurde (Pretsch, Allgeyer u. A.), gelang es erst Husnik durch Anwendung von doppeltchromsauren Salzlösungen zur Entwicklung, genügend tiefe und widerstandsfähige Leimreliefs herzustellen.

Husnik entwickelt die unter einem Negativ in Strich- oder Kornmanier belichtete Chromgelatineschicht auf der belichteten Seite (also nicht von hinten wie im Pigmentdruck), und zwar mittels Bürsten und Reiben unter Anwendung einer concentrirter Lösung von doppeltchromsauren Salzen, welche die Gelatine bei gewöhnlicher Temperatur lösen.

Diese erste Entwicklung wird unterbrochen ehe noch die feinen Theile der Zeichnung beschädigt worden sind, hierauf lässt man trocknen, deckt die weissen Stellen des Originals (den Untergrund des Clichés) mit verdünnter Buchdruckerschwärze mit Hilfe eines feinen Pinsels bis nahe zur Zeichnung zu und exponirt dann das ganze Relief dem Lichte. Da das Cliché bei der ersten Entwicklung viel Chromsalz aufgenommen hat, härtet es sich jetzt im Lichte nicht nur auf der Oberseite, sondern auch auf den Seitenwänden der Striche. Nach Entfernung der schwarzen Buchdruckfarbe kann dann der Untergrund bis zu beliebiger Tiefe entwickelt werden.

### E. Xylographie mit Zugrundelegung von Photographie.

Hier soll schliesslich noch erwähnt werden, dass auch zur Anfertigung von Holzschnitten die Photographie immer mehr und mehr angewandt wird[1]), indem man den zu schneidenden Holzstock auf passende Weise auf seiner Oberfläche mit einer lichtempfindlichen Substanz überzieht und darauf das Bild direct von einem Negativ copirt, eine Methode, wodurch jedenfalls die Genauigkeit des xylographischen Werkes erhöht wird.

1) Vergl. (3) pro 1887, S. 275 und 327.

# Verzeichniss

der neueren mikrophotographischen Literatur und der wichtigeren, älteren Werke.


*Abbé, E.*, Ueber Verbesserungen des Mikroskops mit Hilfe neuer Arten optischen Glases. Sitzber. d. med.-naturw Gesellschaft zu Jena 1886

*Ackland, W.*, The Production of lantern Transparencies. Brit. Journ. of Phot, 1884, No. 1277, p 680.

*Allison, W. B.*, Photomicrography for Beginners. Brit. Journ. of Phot. 1884, No. 1249, p. 234.

*Atwood, H. F.*, A new apparatus for photomicrography. Proc. Amer. Soc. Microscopists, 7th anu. meet. 1884; Journ. Roy. Micr. Soc., Ser. II, vol. V, 1885, pt. 2, p. 330.

*Baker, J.*, The optical Lantern and its Manipulation. Brit. Journ. of Phot. 1884, No. 1286, p. 823.

*Bamforth, S.*, Making of Lantern Transparencies. Phot. News 1886, No. 1471, p. 726.

*Bastelberger*, Ueber Technik und Werth mikrophot. Präparate, besonders des Centralnervensystems Tagebl. der 61. Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte zu Köln 1888, p. 193

*Beck*, The construction of photographic lenses. Journ. Soc. of Arts, vol. XXXVII, 1889, p. 180.

*Behrens, W. J.*, Ueber Stenglein's Mikrophotogramme zum Studium der angewandten Naturwissenschaften Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd III, 1886, p. 487.

— Numerische Aperturen und Focaltiefen einiger Objective für photogr. Zwecke. Enthalten in den Tabellen zum Gebrauche bei mikroskopischen Arbeiten, zusammengestellt von W. Behrens. Braunschweig 1887.

*Belfield, W. T*, Photomicrography in legal cases Photography vol. I, 1884, p. 54, Chicago. Journ. Roy Micr. Soc., Ser. II, vol. IV, 1884, pt. 5, p. 806.

*Benecke, B.*, Die Fotografie als Hilfsmittel mikroskopischer Forschung. Braunschweig 1868

— Die Anwendung der Photographie zur Abbildung mikroskopischer Objecte. Zeitschr. f wiss. Mikr. I, 1884, p. 109.

*Bézu, Hausser & Comp.*, Photomicrographic apparatus. Journ Roy. Micr. Soc. 1889, pt. 3, p 452.

*Bignell, G. C.*, Photomicrography, Year Book of Photography pro 1886, p. 95.

*Bousfield, E. C.*, A Guide to the Science of Photomicrography. London 1887. 8°. Refer : Journ. Roy Micr. Soc. 1887, part. 3, p. 488.

*Bray, Albert* et *Sulzberger, R.*, Rapport sur la Conference pratique de photomicrographie appliquée à l'histologie et à l'anatomie comparée de M le Prof. Francotte. Bull. Soc. Belge de Microsc., Ann. XIII, No. III, p 59. Brüssel 1886.

*Burril, F. J.*, Photography work with high powers. Amer. Journ. Soc, vol. XXX, 1885, p. 327.

*Capranica, St.*, Fotografia instantanea dei preparati microscopici. Nota preliminari. Rendic. Roy. Accad. d Lincei, vol. IV, fasc. 6, 1888. Roma. Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, p. 228. Journ. de Microgr., t. XII. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 4.

— Sur quelques procédés de microphotographie. Journ. de Microgr., t. XIII, 1889. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI, 1889, Heft 1.

*Cockburn, J.*, Photomicrography. Brit. Journ. of Phot., No. 1331, p. 722, 1885.

*Cox, J. D.*, Photography with high powers by lamp light. Proc. Amer. Soc. Microscopists. 7th Ann. Meet. 1884.

— The Actinic and Visual Focus in Photo-Micrography with High Powers. Am. monthly micr. Journ., No 70, pag. 193. Proc. Amer. Soc. Microscopists, 8th Ann. Meet. 1886, p. 29, 229.

*Cox, C. F.*, Remarks on Photomicrography. Journ. New York Micr. Soc., vol. 3, 1887, p 18—19.

*Crookshank, E. M.*, Photography of Bacteria, illustr. with eighty-six photographs reproduced in Autotype. London (Lewis) 1887. Refer.: Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. II, p. 136 und in Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. IV, Heft 3, p. 388 und Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, part. 5, p. 819.

— Reversible Photomicrographic Apparatus. Journ. and Trans. Phot. Soc. of Great Brit., XI, 1887, p. 144.

*Czapski, S.*, Der grosse mikrophot. Apparat der optischen Anstalt von Carl Zeiss in Jena. Zeitschr. f. Instrumentenk , Bd. VIII, 1888.

*Davis, G. E.*, Focussing the image in photomicrography. Micr. News, vol. III, 1883, p. 233. Journ. Roy. Micr. Soc., Ser II, vol. III, 1883, pt. 5, p. 722.

— Penetration in objectives. Micr. News, vol. III, 1883, No. 30, p. 172. Journ. Roy. Micr. Soc., Ser. II, vol. III, 1883, pt. 4, p. 579.

*Denaeyer, A.*, Procédé phototypique industriel applicable à la reproduction des photomicrographies. Bull. Soc Belge de Micr., tom. XII, 1885, No. 9, p. 92.

*Detmers, H. J.*, Photography with high powers by lamplight. Proc. Amer. Soc. Microscopists, vol. X. 1888, p. 143.

*Dickenson*, Art of photograph. microscopic objects. Engl. Mechan., 38, 1883, p. 279.

*Dippel, L*, Das Mikroskop und seine Anwendung. Braunschweig.

*Dolbear, A. E.*, The Art of Projection. 158 pag. 112 figs. Boston 1883.

*Dudley, P. H.*, Photomicrographs of wood sections. Transact. New York Acad. of Sci., vol. III, 1885.

*Duyse, van*, La microphotographie à l'institut anatomique de l'université de Gand. Ann. Bull. Soc. méd. de Gand 1888. No. 8 und 9.

*Eder, J M.*, Mikrophotographie mittels farbiger Lichtfilter und orthochromatischer Platten. Phot. Correspondenz, Bd. XXVI, p. 7. Wien 1889.

*Ellis'* focusing arrangement for photomicrography. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, pt. 6, p. 1028.

*Ermengem, E. van*, Microphotographies obtenues à l'aide de plaques isochromatiques. Bull. Soc. Belge de Microsc , Tom. X, 1884.

*Errera, L.*, La micrographie à l'Exposition de Wiesbaden. Bull. Soc. Belge de Microsc. XIV. An., No. 1, p. 22.

— Photographing moving microscopic objects. Journ. Roy Micr. Soc. 1888, pt. 5. Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI, Heft 1. Bull. Soc. Belge de Microsc., tom. XIV, 1887.

*Evans, F. H.*, Photo-Micrography. Journ. and Trans. of the Phot. Soc., vol. XI, 1886, p. 25. Phot. News, vol. XXXI, No. 1480, p. 26, 1887.

— Focusing screen for photomicrography. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, pt. 2, p. 320. Journ. and Trans. Photogr. Soc., vol. XI, 1886, p. 25.

*Eybert, S.*, An appliance for making photo-micrographs with the microscope in the upright position. The Microscope. Vol. VIII. 1888.

*Fayod, F.*, New application of photogr. to botany. Journ. Roy. Micr. Soc. 1890, pt. 6, p. 835.

*Field, A. G.*, A new photomicrographic apparatus. Am. monthl. micr. Journ., Vol. VIII, No. 89, p. 94, 1887.

*Fischer*, Photographing fluorescent Bacilli by means of their own light. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 5. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. IV, 1888.

*Francotte, M. P.*, Resumé d'une conférence sur la microphotographie appliquée à l'histologie, l'anatomie comparée et l'embryologie. Bull. Soc. Belge de Microsc., XIII. An., No. II, p. 24. Brüssel 1886. Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, Heft 1.

— Description des objectives construits avec les verres nouveaux. Journ. de Microgr., tom. X, 1886, No. 10, p. 467.

— Photographie des préparations colorées. Bull. Soc. Belge de Microsc., XIII. An., No. VII, p. 151. Brüssel 1887.

— Chambre microphotographique s'appliquant sur le microscope simple et sur le microscope composé. Bull. Soc. Belge de Microsc., XIII. Ann., No. VII, p. 149. Brüssel 1887.

— La microphotographie appliqué à l'histologie, l'anatomie comparée et l'embryologie. Bruxelles (Manceaux) 1887. 8°.

*Fawcett, J. E.*, Photomicrography. Micr. News, IV, 1884, p. 52.

*Fraser, A.*, Photography as an aid in morphological investigation. Journ. of Anat., Vol. XXIV, new ser., vol. IV, pt. I, 1889, pag. 1.

*Fritsch, G.*, Ueber das stereoskopische Sehen im Mikroskope und die Herstellung stereoskopischer Mikrotypien auf photogr. Wege; Abdruck a. d. Festschrift z. Feier d. 100jähr. Bestehens d. Gesellsch. d. naturf. Freunde z. Berlin 1877.

*Foulerton, J.*, Microphotography. Engl. Mechan. Vol. XLI. 1885.

*Gärtner, G.*, Ueber das elektrische Mikroskop. Wiener med. Jahrb., Jahrg. 1883, p. 217.

*Gerlach*, Ueber Steigerung der Vergrösserung auf photographischem Wege. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. u. Ster., Bd. IV, 1861, p. 88.

*Giaxa, De*, Ueber eine einfache Methode zur Reproduction der Koch'schen Culturplatten. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. III, 1888. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888.

*Gioppi, L.*, Manuale pratico di fotogr. alla gelat. brom d'argento. Livorno 1887.

*Goodwin*, Photomicrography for Winter-Evenings. Brit. Journ. of Phot., No. 1329, p. 681, 1885.

*Gray, W. M.*, Photomicrography. The Microscope, vol. VIII, 1888. Queen's microscop. Bull., Vol. V, 1888.

*Günther, C.*, Mikrophotogramme. Magazin für Mikroskopie von König in Berlin 1888. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888.

*Günther's* photographs of Pleurosigma angulatum. Journ. Roy. Micr. Soc. 1880, p. 891 und Journ. Roy. Micr. Soc. 1881, p. 853.

*Hartley, W. N.*, Photography and the Spectroscope in their Applications to Chemical Analysis. Phot. News, No. 1437, p. 182; No. 1438, p. 203; No. 1439, p. 215; No 1442, p. 261; No. 1443, p. 282; No. 1447, p. 342, No. 1449, p. 380; No. 1450, p. 396. 1886.

*Hartnack*, Cupferoxydammoniak-Celle. Journ. de Microgr., IX, 1885, p. 366.

*Hauer's* Mikrophot. Apparat. Dippel, Das Mikroskop 1882, p 576. Refer.: Journ. Roy. Micr. Soc. 1883, p. 559.

*Hayes, R. A.*, Notes on microphot. methods. Proc. R. Irish Acad. of Sci., vol. IV, 1884 und Journ. Roy. Micr. Soc., ser. 2, vol. IV, pt. 5.

*Hensen, V.*, Photographisches Zimmer für Mikroskopiker. Festschrift, Albert von Kölliker zur Feier seines 70. Geburtstages gewidmet von seinen Schülern, Leipzig 1887 und separat bei Engelmann, Leipzig 1887.

*Heurck, H. van*, La lumière electrique appliquée aux recherches de la Micrographie. Bull. Soc. Belge de Microsc., VII, 1882, p. 62. Journ. Roy. Micr. Soc. 1882, p. 418. Journ. de Microgr., VII, 1883, p. 244, 13 Fig.

— Notes sur les chambres photographiques jointes à l'envoi. Bull. Soc. Belge de Microsc., tom. XIII, No. 1, 1886.

— Notice sur une série de photomicrogrammes faites en 1886. Bull. Soc. Belge de Microsc., tom. XIII, No. 1, 1886.

— Application du petit appareil photographique aux microscopes continentaux. Bull. Soc. Belge de Microsc., XIII. Ann., No. IV, p. 82. Brüssel 1887.

— et *M. P. Francotte*, Microphotogrammes. Bull. Soc. Belge de Microsc., XIII, 1887, p. 159—160, 1 planche.

*Heurck, H. van,* La nouvelle combinaison optique de Zeiss et les perles de l'Amphipleura. Bull. Soc. Belge de Microsc., tom. XV, 1889.

*His, H.,* Ueber das Photographiren von Schnittreihen. Arch. f. Anat. u. Physiol., Anatom. Abth. 1887, p. 174; id. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, pt. 6 und Amer. Naturalist, vol. XXI, 1887 und Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888.

*Hitchcock, R.,* Value of Photography in Microscopical Investigations. Am. monthl. micr. Journ., IV, 1883, p. 33.

— Instructions in Dryplate Photography. Am. monthl. micr. Journ., IV, 1883, p. 84, p. 106, p. 124.

— Developing Photo Micrographs. Am. monthl. micr. Journ., IV, 1883, p. 198.

— Optical Arrangements for Photomicrography and Remarks of Magnification. Brit. Journ. of Phot., No. 1327, p. 651, 1885 und Am. monthl. micr. Journ., Vol. VI, No. 69, p. 168, 1885.

— Beading of Amphipleura and photomicrography. Am. monthl. micr. Journ., Vol. VI, 1885, No. 3.

— Photomicrography. Am monthl. micr. Journ., I. No. 71 (Vol. VI, No. 11), p. 201; II. No. 72 (Vol VI, No. 12), p. 224 (1885); III. No. 73 (Vol. VII, No. 1), p. 5 (1886); IV. No. 75 (Vol. VII, No. 3), p. 48 (1886); V. No. 76 (Vol. VII, No. 4), p 67 (1886); VI. No. 77 (Vol. VII, No. 5), p. 92 (1886); VII. No. 79 (Vol. VII, No. 7), p. 131 (1886); VIII. No. 80 (Vol. VII, No. 8), p. 142 (1886); IX. No. 87 (Vol. VIII, No. 3), p 42 (1887).

— Recent Improvements in Microscope Objectives. Am. monthl. micr. Journ., No. 82. p. 190, 1886.

— Resolution of pearls of Amphipleura. Am. monthl. micr. Journ., VIII (1887), p. 105—106.

*Holman, D. S,* Instantaneous Photo-Micrographs. Sci. Gossip. 1886, p. 43—44 id Journ. Roy Micr. Soc., April 1886, p. 333.

*Jennings, J. H.,* Photo-Micrography or how to photograph microscopic Objects, New York (Piper and Carter) 1886. 8°.

*Jesserich, P.* Die Mikrophotographie auf Bromsilbergelatine bei natürlichem und künstlichem Lichte unter ganz besonderer Berücksichtigung des Kalklichtes. Berlin (Springer) 1888.

*Israel, O.* Ueber Mikrophot. mit starken Objectivsystemen. Virchow's Archiv f. pathol. Anatomie, Bd. 106, 1886, p. 502. Refer. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. III, p. 532.

— Bemerkungen zu Dr. Neuhauss: Die Entwicklung der Mikrophotogr. in den letzten zwei Jahren etc. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd IV, 1888, No. 11.

— and Stenglein's photomicrographic microscope. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 1, p. 115. Engl. Mechan., Vol. XLVI, 1887.

*Johnson, G. J.,* Photomicrography. Descript. of necessary apparatus, manipulation etc. Micr. News, III, 1883, p. 113 Rep. and Proc. Manch. Sci. Stud. Assoc. for 1882, p. 17.

*Kaschka,* Bacteria Photographing. Journ. Roy. Micr. Soc. 1881, p. 851.

*Kiaer, C.,* Photomicrography by Lamp light. Journ. Roy. Micr Soc. 1883, p. 721.

*King, Y. M.,* The Photomicrography of histological Subjects. New York. Med. Journ., Vol 46 (II), (1887), p. 7—11. Journ. of Micrography, Vol. VI, 1887, p. 205.

*Kitt, Th.,* Ueber Mikrophotographien. Oesterr. Monatsschrift f. Thierheilkunde 1888, No. 6. Refer. in: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, Heft 4, p. 496.

— Photographien der Mikroorganismen des malignen Oedems und des Rauschbrandes. Oesterr. Monatsschrift f. Thierheilkunde 1888, No. 8. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, Heft 4.

— Mikrophotographie. Encyklopädie der gesammten Thierheilkunde u. Thierzucht. Wien und Leipzig 1889; id Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI.

*Koch,* Untersuchungen über Bacterien. Cohn's Beitr. z. Biologie der Pflanzen, Bd. II, p. 408.

— Photographing Bacteria. Journ. Roy. Micr. Soc. 1878, p. 195. Phot. News 1880, Oct. 22.

*Kowalski,* Mikrophotographie. Wiener klin. Wochenschrift, Bd. II, 1889, No. 16.

*Krzywicki, v.*, Ueber photogr. Abbildungen mikroskopischer Schnitte. Ziegler-Nauwerck's Beiträge, tom. XIII, 1889, No. 6, p. 189.
*Laudy, L. H.*, The Magic Lantern and its Applications. Phot. News, No. 1427, p. 29, 1886.
*Lefèvre, J.*, La photographie et ses applications aux sciences, aux arts et à l'industrie. Paris (Ballière).
*Lehmann, O.*, Photomicrographie of chimical preparations. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt 2, p. 293. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. IV, 1887, p. 118 und Zeitschr. f. Krystallographie, Bd XII.
*Liesegang, P.*, Die Projectionskunst für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen nebst einer Anleitung zum Malen auf Glas etc. Düsseldorf 1889.
*Macfarlan, von*, Ueber d. Anwendung d. Fotogr. zur Abbildung von Krankheitsformen, mit Bemerkungen zur Stereo-mikro-Fotografie. Kreutzor's Zeitschr. f. Phot. u. Ster., Bd. 6, p. 16, 1862.
*Magini, G.*, Qualche considerazioni sulla microfotografia. Boll. R. Acad. Med. Roma 1886, No. 4.
*Malley, A. Cowley*, Micro-Photography including a description of the wet collodion and gelatino-bromide processes together with the best methods of mounting and preparing microscopic objects for microphotography. London 1883. (H. K. Lewis.)
*Marktanner-Turneretscher, G.*, Bemerkungon über Mikrophotographie. Photogr. Corresp. pro 1887. Wien
— Bemerkungen über Mikro-Photographie. Eder's Jahrb. f. Phot. pro 1887.
— Ueber Mikrophotographie. Eder's Jahrb. f. Phot. u. Reprod. pro 1888.
— Fortschritte auf dem Gebiete der Mikrophotographie. Eder's Jahrbuch f. Phot. und Reprod. pro 1889 u. 1890.
— Ein Apparat zur Herstellung von Momentmikrophotographien. Phot. Corresp. pro 1888, p 182 u. 467. Bull. Soc. Belge de Micr. 1888, tom. XV, p. 4. Journ. Roy. Micr. Soc. 1889, part. 1, p. 129.
*Mason, J. J.*, Mounting and Photographing Sections of Central Nervous System of Reptiles and Batrachians. The Amer. Naturalist, Vol. 18, p. 956 und Journ Roy. Micr. Soc., IV, part. 1, p. 149.
*Mercer, F. W.*, A new photomicrographic Camera. Photography; Chicago, Vol. I. (1884), p 9. Journ. Roy. Micr. Soc , Ser. II, Vol. IV, pt. 4, p. 625.
— Incandescent Lamps and Accumulators in Photomicrography. Photography, Chicago, Vol. I, (1884) p. 147.
— *A. C.*, The indebtedness of photography to microscopy. Phot. Times Alman. New York 1887.
*Miller, M. N.*, Photographing Diatoms and diffraction gratings. Engl. Mechan., Vol. XL, 1884, p. 158.
— Theory and Pratice of Photomicrography. Brit. Journ. of Phot., No. 1309, p. 362, 1885; id. Engl. Mechan., Vol. XLI, 1885.
*Mitchell, G. O.*, A focussing glass for photomicrography. Am. monthl. micr. Journ., Vol. V, 1884.
*Moeller, Hermann*, Mikrophotographische Methoden. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, Heft 2, p. 155.
— Ein kleiner mikrophotographischer Apparat. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, Heft 2, pag. 161
*Murray, M.*, How I make my transparencies. Phot. News, No. 1441, p. 245, 1886.
*Nachet's* photomicrographic microscope. Journ. Roy. Micr. Soc., Ser. II, Vol. IV, 1886; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, Heft 1.
— Photogr. microscope for instantaneous photographs. Journ. Roy. Micr. Soc., Ser. 2, Vol. VI, 1886.
*Nelson, E. M.*, Photomicrographic Camera. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, part. 4, p. 661.
— *and Curties'* photomicrographic camera. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, pt. 6, p. 1025.
— photographic focussing screen. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, pt. 6, p. 1028, 1888, pt. 1, p. 119. Engl. Mechan., 46 (1887), p. 394.

*Neuhauss, R.*, Leitfaden der Mikrophotographie. Berlin (Klönne und Müller) 1887; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. IV, 1887.
— Anleitung zur Herstellung von Mikrophotogrammen. Aerztl. Centralanzeigor 1888, No. 38; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, p. 496, 1888.
— Die Entwicklung der Mikrophotographie in den letzten zwei Jahren mit besonderer Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Lehre von den Mikroorganismen. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. IV, 1888, No. 3, No. 4.
— Verschiedenes über Mikrophotographie. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. V, 1888.
— Das Ocular bei mikrophotographischen Arbeiten. Zeitschr. f. wiss Mikr., Bd. V, Heft 3, 1888; id. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 6.
— Ueber die Geisseln an den Bacillen der asiatischen Cholera. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. V, 1889, No. 3; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI, Heft 1.
— Die Mikrophotographie auf der photogr. Jubiläums-Ausstellung zu Berlin im Jahre 1889. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd VI, Heft 3, p. 273.
*Norton, C. E.*, Photomicrography without a Camera. Am. monthl. micr. Journ., No. 80, p. 152 (1886).
*Parker, M. G.*, Photomicrography the best means of illustrating and teaching anatomy and pathology. Trans. Intern. Med. Congr., IX, Washington, pt. III, p. 432.
*Pelletan, J.*, Appareil microphotographique de M. Bézu, Hausser ot Cie. Journ. de Microgr., tom. XIII, 1889, No. 6.
*Piersol, G. A.*, Staining tissues for photography. Am. monthl. micr. Journ., Vol. VI, 1885; id. Journ. Roy. Micr. Soc., Ser. 2, Vol. V, 1885.
— Photo-Micrography at the Work-Table. Am. monthl. micr. Journ., No. 74, p. 24, 1886.
— Actinic Contrast in Photo-Micrography. Am. monthl. micr. Journ., Vol. VII, No. 7, No. 79, p. 122 (1886). The photogr. Journ., new series Vol. XI, No. 2, 1886. Journ. Roy. Micr. Soc., ser. 2, Vol. VI, 1886.
*Pizzighelli, G.*, Handbuch der Photographie für Amateure und Touristen, Bd. II, Abth. 6. Die mikrophotographischen und mikroskopischen Aufnahmen. Halle 1887.
*Plessis, Du*, Microphotography. Verh. Schweiz. Naturf. Gesellsch., Bd. 63 (1881), p. 39. (Ueber Photographie von Hydroiden.) Refer. Journ. Roy. Micr. Soc. 1881, p. 964.
*Pumphrey, W.*, The Application of Photography to the declination of microscopic objects. Journ. Postal Micr. Soc., 11, 1883, p. 201.
*Rafter, G. W.*, On the use of the amplifier with observations on the Theory and Pratice of Photomicrography, suggested by the design of a new Photomicrocamera. Rochester (N. Y.) Odontographic Journal, VIII, 1887, p. 110—144, 14 Fig. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, pt. 5.
— Making mounts photographic. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 5; id. Am. monthl. micr. Journ., Vol. IX, 1888.
*Rood von Trog*, Ueber die practische Anwendung dor Photogr. auf die Mikrosk. Kreutzer's Zeitschr. f. Phot. u. Ster., Bd. IV, p. 188.
*Rooscvelt, J. West*, Anatomical Photomicrography. Phot. News, Vol. XXXI, No. 1481, p. 38, 1887.
*Roux, E.*, La Photographie appliquée à l'étude dés microbes Ann. do l'institut Pasteur 1887, p. 209—225.
— Mikrophotographie mit Magnesiumlicht. Phot. Wochenbl., Berlin 1888, Nr. 5; id. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, Heft 4; id. Journ. Roy. Micr. Soc. 1889, pt. 1.
*Salomons, D.*, Notes on depth of focus. Journ. and Transaction Photogr. Soc. of Great Britain, Vol. XII, 1888.
*Schmidt & Hänsch's* neues Leuchtgas-Sauerstoffgebläse und Zirkonlicht. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd V, 1888, p. 225.
— Apparat z. Mikrophotogr. der Anlauffarben von Eisenflächen. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, p. 225.
*Schröder*, Projections-Mikroskop. Journ. Roy. Micr. Soc. 1882, p. 673.

*Seiler, C.*, Microphotographic Notes. Am. J. Mic., IV, 1879, p. 159; Refer.: Journ. Roy. Micr. Soc. 1880, p. 326.
*Selenka, E.*, Die elektrische Projectionslampe. Sitzber. phys.-med. Gesellsch. zu Erlangen, 19. Heft, 1887, p. 9.
*Shenstone, J. C.*, How to take photomicrographs. Pharm. Journ 1889, April.
*Simmons, W. J.*, Magnification in photomicrographs. Sci. Gossip, 1888.
*Smith, G.*, Apparatus for Photomicrography. Am. monthl. micr. Journ., IV, 1883, p. 118.
*Southhall, G.*, Photomicrography; Knowledge, Vol. VII, 1885.
*Starr, E.*, On photographing the Interior of the Human Eyeball. Am. Journ. of Ophthalmologie, 1887, July
*Stegemann's* photomicrographic camera. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 1, p. 116.
*Stein, S. Th.*, Die Verwendung des elektrischen Glühlichtes zu mikroskopischen Untersuchungen und mikrophotogr phischen Darstellungen. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. I, p. 161. Centralzeitung f. Optik u. Mechanik, Bd. V, 1884, p. 170.
— Das Licht im Dienste der wiss. Forschung. Halle a. S. 1885. Das Mikroskop und die mikrographische Technik in Beziehung zu photographischen Darstellungen.
*Stenglein, M. und Schultz-Hencke*, Anleitung zur Ausführung mikrophotographischer Arbeiten. Berlin 1887.
— Mittheilungen über Mikrophotographie. Jahrb. f. Phot. pro 1888, p. 415.
— Versuche über Beleuchtung des Objectes beim Mikrophotographiren. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. III, 1888, No. 16, p. 511; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd V, 1888
— Versuche über mikroskopische Momentphotographie. Centralbl. für Bact. und Parasitenk., Bd. III, 1888, No. 21 u. 22; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd V, 1888.
— Mikrophotogr. Apparat. Centralbl. f. Bact. u. Parasitenk., Bd. III, 1888, No. 14, p. 456, No. 15, p. 471; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, p. 495.
*Sternberg, G. M.*, Bacteria Photographing, Journ. Roy. Micr. Soc. 1881, p. 852. Journ. Roy. Micr. Soc. 1882, p. 571.
— Photomicrographs and how to make them. Boston 1883. 8°.
— Photomicrography in medecine. „Reference Handb. Med. Sci." 1887, p. 647.
*Stratton, S. W. und Burrill, T. J.*, A heliostat for photomicrography. Proc. Amer. Soc Microscopists, 8th ann. Meeting, 1885, p. 103.
*Stricker, S.*, Ueber das elektrische Licht als Hilfsmittel für den mikrosk. Unterricht. Wiener med. Jahrb., Jahrg. 1883, p. 463.

*Thompson, F. C.*, Easy Method of making Microphotographs Year book of Photography for 1886, p. 49—52; id.: Journ. Roy. Micr. Soc., ser. 2, vol. VI, 1886, p. 331.
*Thurston, E.*, Staining Bacteria for microphotogr. purposes. Engl. Mechan., Vol. XL, 1884.
*Trambusti, A.*, Easy method for photographing sections. Journ. Roy. Micr. Soc. 1889, pt. 1. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd V, 1888, p. 335.
*Truan y Luard und Witt, O. N.*, Die Diatomaceen der Policistinenkreide von Jéremie in Hayti. Berlin 1888; s. Journ. Roy. Micr. Soc. 1888, pt. 2, p. 295 und Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, 1888, p. 110.
*Tursini*, Apparecchio microfotografico. Il Morgagni 1886, No. 2, p. 90; Ref.: Journ. Roy. Micr. Soc., ser. 2, vol. VI, p. 1060, 1886 und Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. III, p 231, 1886.

*Verick's, Benecke's and Moitessier's* Photomicrographic Cameras. Journ. Roy. Micr. Soc., Febr. 1886, p. 141.
*Viallanes*, La photographie appliquée aux études d'Anatomie. (Ganthier-Villards) Paris 1886.
*Viguier, C.*, La photographie micrographique à la station zoologique d'Alger. La Nature, tom. XVI, No. 807, 1888.
— Microphotographie. Arch. de Zool. experiment., II. Ser., IV. Bd., p 348.
*Vorce, C. M.*, Photographic Methods. Am. monthl. micr. Journ., Vol. VI, 1885

*Walmsley, W. H.*, Micro-photography with dry-plates and lamp-light and its application to making lantern positives. Proc. Amer. Soc. Microscopists, 5th Ann. Meeting 1882, p. 179 und 273.
— Photographic Apparatus. Journ. Roy. Micr. Soc., p. 556, 1883; ref.: Brit. Journ. of Phot., No. 1236, p. 18, 1884.
— Photomicrography with dry-plates and lamp-light. Proc. Amer. Soc. Microscopists, 6th Ann. Meeting, p 59. Brit. Journ of Phot., No. 1314, p. 440, 1885, No. 1315, p. 457.
— How to make microphotographs. The Microscope, Vol. VI, 1886.
— On Photo Microphotography. Phot. News, 1479, Vol. XXXI, p. 12, 1887 und 1492, p. 218.
— Photomicrography and the making of lantern slides. Anthony's photograph. Bull., Vol. XIX, 1888.
*Wellington, J. B. B.*, Lantern Slides by the Collodio-Bromide Process. Phot. News, No. 1468, p. 684; No. 1469, p. 692, 1886.
*White, T. C.*, Photo-Micrography. Phot. News, Vol. XXXI, No. 1528, p. 790 u. No. 1530, p. 826; id. Am. monthl. micr. Journ., Vol. IV, No. 5, 1883.
— On a simple method of photographing biological objects. Journ. Brit. Assoc. 1886.
*Whitson, J.*, The Photography of microscopic Sections. Glasgow Med. Journ. 1883. March.
*Woods, C. Ray, and Frederick Greening*, A few words on Photo-Micrography. Year book of Photogr. 1883, p. 73. London.
*Woodward*, Homog. Immers. Objectives in Photogr. Journ. Roy. Micr. Soc. 1879, p. 943.
*Wright, L.*, Microphotography. Engl. Mechan., Vol. 39, 1884.
— Polarised Light and Photography. Brit. Journ. of Phot. 1884, No. 1246, p 182.
*Zeiss, C.*, Special-Catalog über Apparate für Mikrophotographie. Jena 1888; Refer.: Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. V, p. 218, 1888.
*Zettnow, E.*, Das Kupfer-Chrom-Filter. Centralbl. f Bact. u. Parasitenk, Bd. IV, 1888. No. 2.
— Etwas über Mikrophotographie und das Kupfer-Chromfilter. Eder's Jahrb. f. Photogr u. Reprod. 1889; id. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI, 1889.
— Beiträge zur Kenntniss der Silberverbindungen der Eosine. Phot. Corresp. 1889; id. Zeitschr. f. wiss. Mikr., Bd. VI, 1889, p. 192.
— Mikrophotographisches. Eder's Jahrb. f. Phot pro 1890, p 181.
Difficulties and Failures in Microphotography. Brit. Journ. of Phot., No. 1295, p. 130, 1885.
Photographic Apparatus for the Microscope. Journ. Roy. Micr. Soc. 1887, part. 3, pag. 473.
Photomicrography with a special chromatic polarising arrangement. Brit. Journ. of Phot, No. 1235, p 1, 1884.
Stereo-Photomicrography. Brit. Journ. of Phot, No. 1239, p. 67, 1884.
The value of Microphotography in cases of Forgery. Brit. Journ. of Phot., No. 1334, p. 761, 1885.

# Register.


Abbe'scher Beleuchtungsapparat 14, 72.
Abschwächen von Bromsilbergelatine-Negativen 251.
Abschwächen zu dichter Collodionplatten 265.
Abziehbare Platten 233.
Alaun-Fixirbad nach Lainer 248.
Albuminpapier, Aufbewahrung desselben, 267.
Amplifier 31, 76.
Anlauffarben von Eisenflächen, Aufnahme derselben 200
Anwendbarkeit der Mikrophotographie 2.
Aplanate von Hartnack 181.
— von Steinheil 181.
Apparate (s. a. Camera).
— horizontale 54.
— horizontal u. vertical verwendbare 59.
— verticale 49.
Apparat, mikrophotographischer 5.
— — nach Francotte 54.
— — von Leitz 57.
— — von Nachet 57.
— — verbesserter, von Nachet 65.
— — nach Rafter 55.
— — von Reichert 57.
— — von Seibert 57, 59.
— — nach Stenglein 63.
— — von Zeiss 59.
Argandbrenner von Siemens 148.
Aristopapier 278, 280.
Aufbewahren der Gelatine-Negative 255.
Aufkleben der Albuminbilder 276.
Aufnahmen grösserer, in horizontaler Stellung befindlicher Objecte 180.
Aufstellung des Apparates 150.
Aufstellung des Beleuchtungs-Instrumentariums 150.
Auswahl einer geeigneten Lichtquelle 159.

Bacterien-Cultur-Schalen, deren Aufstellung 109.
Beleuchtung mit auffallendem Lichte 180.
— mit diffusem Tageslicht 87.
— mit durchfallendem Lichte 173.
Beleuchtungsapparat nach Abbé 14, 72.
— nach Benecke 85.
— mit monochromem Licht von Hartnack 84.
Beleuchtungsmethode von Kochs-Wolz 88.
— nach Professor Wedding 87.
Beschneiden der Albuminbilder 276.
Bildumkehrendes Prisma zur Erleichterung des Einstellens bei umgelegtem Mikroskope 105.
Bismarckbraun als Tinctionsmittel 205.
Blenden 78.
— mondförmige im Abbé'schen Beleuchtungsapparat für schiefe Beleuchtung 175.
— im Innern des Tubus 78.
— zwischen Lichtquelle und Objectiv 80.
— am Ocular 79.
— am Objective 79.
— vor der Visirscheibe 81.
Bogenlicht, elektrisches 115.
Brom-Arsen als Einschlussmittel 205.
Bromsilber-Diapositiv-Platten 305.
Bromsilbergelatine-Emulsion 216.
— -Papier 283.

Camera nach Francotte 54.
— nach Gerlach 49.

Camera, horizontale 47.
— von Leitz 57.
— mikrophotographische 34.
— nach Nachet 57.
— nach Rafter 55.
— von Reichert 57.
— kleine, von Seibert 52.
— grosse, von Seibert 57, 59.
— nach Stegemann 53.
— nach Stenglein 63.
— verticale 46.
— von Zeiss 59.
Cassette 39.
— zur Bestimmung der Expositionszeit 40.
— zu stereoskopischen Aufnahmen 187.
Centrirung des achromatischen Condensorsystems von Zeiss 157.
— der Blenden 153.
— des Condensorsystems 156.
— der Lichtquelle 158.
— des Mikroskop-Stativs 151.
— eines Objectivsystems als Condensor 157.
— der Sammellinse 156.
Centrirvorrichtungen für Condensoren 89.
— für die Lampe des Linnemann'schen Brenners 146.
— für Objectivsysteme an Stelle anderer Condensoren 89.
— für den Zeiss'schen Condensor 89.
Cerat 277.
Chlorcalciumbüchse 290.
Chlorsilbercollodion-Papier 280.
Chlorsilber-Diapositiv-Platten 304.
Chlorsilbergelatine-Papier 278.
Collodion, Bestandtheile desselben 256.
Collodioniren der Platten 257.
Collodion-Verfahren 255.
Compressorium 203.
Condensoren, kleinere 74.
— von Klönne & Müller 75.
— von Seibert 75.
Condensorsystem von Zeiss 74.
— von Zeiss für die elektrische Bogenlampe 124.
Contact-Lampe, elektrische, von Siemens & Halske 124.
Copien von Negativen als Grundlage für Bleistift- oder Farbenzeichnungen 294.
Copiren auf Albuminpapier 267, 269.
— auf Bromsilbergelatinepapier 283.
— auf Chlorsilbergelatinepapier 278.
Copirrahmen 269.
Correctionslinse, photographische 14, 32
Cramer'scher Entwickler, modificirt 244.
Cuvetten für den Entwickler 292.
— für das Silberbad 259.
— für wärmeabsorbirende Lösungen 82.
— zur Aufnahme von Lichtfiltern 81.

Diapositive, Allgemeines über das Exponiren derselben 297.
Doppelcassetten 39.
Dunkelkammer 212.
— als Camera 47.

Eastmanpapier 283.
Edwards'sche Platten 299.
Eikonogen-Entwickler 246.
Einrichtung, elektrische, von Plössl 116.
— für Aufnahmen bei schwachen Vergrösserungen 107.
— zur Erleichterung des Einstellens bei umgelegtem Mikroskope 104.
— zur Orientirung opaker Objecte 106.
Einstellen 181.
Einstell-Lupe 37.
Einstellscheibe, matte 36.
— aus Spiegelglas 37.
Einstellübertragung, s. a. Ferneinstellung.
— nach Jeserich 43.
— nach Neuhauss 45.
— von Reichert 59.
— von Seibert 59.
— von Stenglein 45, 64.
— nach Woodward 48.
— für Zahn- und Triebbewegung 45.
— von Zeiss 43, 62.
Einstellungsvorrichtung (Mikrometer-Bewegung) von Zeiss 14.
— — von Seibert 14.
— nach Stricker 13.
Eintauchhaken 242, 259.
Elektrotechnisch ausgerüstetes Mikroskop von Stein 127.

Emulsionsbereitung mit Silberoxydammoniak nach Eder 218.
Entstehung der Bilder bei gefärbten und ungefärbten Präparaten 205.
Entwickeln der Collodion-Platten 261.
— der orthochromatischen Platten 253.
Entwickler des k. k. milit.-geogr. Instituts zu Wien 263.
— nach Vogel 263.
Entwicklung der Bromsilbergelatine-Platten 239.
Entwicklungsgefässe für Sauerstoffherstellung 137.
Entwicklung von Trockenplatten für Diapositive 295.
Eosinsilber-Platten 231.
Erythrosinsilber-Platten 231.
Etiquettiren der Gelatine-Negative 255.
Exposition 236, 261.
Expositionszeiten 237.

Fallverschluss 112.
Färbung von Bacterien 204.
Fehler beim Collodion-Verfahren 311.
— beim Entwickeln der Collodion-Platten 311.
— beim Copiren auf Albuminpapier 312.
— bei der Emulsionsbereitung 306.
— beim Entwickeln der Bromsilbergelatine-Platten 307.
— beim Fixiren von Albumincopien 312.
— beim Fixiren der Bromsilbergelatine-Platten 310.
— beim Sensibilisiren im Silberbade 311.
— beim Tonen von Albumincopien 312.
— beim Verstärken der Bromsilbergelatine-Platten 311.
Fehling'sche Lösung als Lichtfilter 23, 207.
Ferneinstellung, (s. a. Einstellungsübertragung) 40.
— nach Jeserich für drehbaren Objecttisch 43.
— nach Reichert 42.
— nach Schippang 42.
— nach Stenglein 45.
— nach Woodward 49.
— für die Zahn- u. Triebbewegung 45.
— nach Zeiss 43.
Filtriren der Emulsion 221.
Fixiren der Albuminbilder 275.
— der Bromsilbergelatine-Platten 247.
— der Edwards'schen Platten 303.
— der orthochromatischen Platten 253.
Flamme der Knallgaslampe 145.
— des Linnemann'schen Brenners 145.
Focusdifferenz 18, 206.
— Nachweis derselben 18.
Focustiefe der Objective 27.
Fremdkörper im Einbettungsmittel 202.
Fuchsin als Tinctionsmittel 205.

Gasometer für Sauerstoffgas 139.
Gentiana (Methyl-) Violett als Tinctionsmittel 205.
Geschichte der Mikrophotographie 1.
Gestelle zur Befestigung von Matrizen behufs Reproduction derselben 298.
Gewinnung von metallischem Silber aus den Fixirbädern 313.
Giessen der Emulsion 223.
Glasdiapositive f. Projectionszwecke 294.
Gläser, farbige, als Lichtfilter 85.
Glaskraut-Absud zur Vorpräparation der Platten 223.
Glasspiegel für das Heliostat 92.
Glühlicht, elektrisches 127.
Gram'sche Färbung 204.
Grösse des in die Objectebene projicirten Sonnenbildchens 170.

Handheliostat 91.
Heliostat und sein Ersatz 91.
— von Hartnack 97.
— von Johnston 103.
— von Meyerstein 95.
— von Silbermann 99.
Holzklammern, amerikanische 273.
Hook'scher Schlüssel 43.
Hydrochinon-Entwickler 245.
— — für Edwards'sche Platten 302.

Irisblendung 168.

Kästchen zum Aufbewahren der Platten 225.
Kaliumchromatlösung als Lichtfilter 23.

Kalklicht 135.
Kautschukquetscher 280.
Klärbad für Edwards'sche Platten 303.
Knallgashähne 143.
Kühlvorrichtung bei Verwendung von Bogenlicht 126.
Kupferlösung, ammoniakalische, als Lichtfilter 22.

Lackiren der Collodion-Platten 265.
— der Gelatine-Negative 254.
Lampe für Leuchtgas-Sauerstoffgebläse nach Professor Linnemann 144
Laterne zur Dunkelkammerbeleuchtung 214.
— für den Linnemann'schen Brenner 146.
Lichtfilter 21.
— Eder'sches 22, 206, 231.
— Zettnow'sches 21, 206, 231.
Lichtverlust bei Anwendung von Spiegeln 94.
Lieberkühn'scher Spiegel 85.
Ligroingaslicht von Fabricius 149.
Linnemann'scher Brenner 144.

Magnesiastifte 148.
Magnesium-Blitzlampe nach Stenglein 134.
Magnesiumlampe nach Benecke 131.
— von Ney 133.
Magnesiumlicht 130.
Masken 271.
Mikrometerbewegung 11.
Mikroskop-Objectiv als Condensor 75.
— -Stativ, siehe Stativ.
Mischapparat zur Emulsionsbereitung 219.
Momentane Exposition, Methode von Vogel 113.
Momentmikrophotographie 188.
Momentverschluss 110.
Monobromnaphthalin als Einschlussmittel 205.
Montirung der fertigen Projections-Diapositive 305.

Netzstoff 220.
Nivellirgestelle 223, 224.

Objectivbrettchen 35.
Objective, achromatische 17.
— apochromatische 25.
— mikrophotographische 24.
— photographische 30, 78, 319.
— deren Focustiefe 27.
Objectivrevolver 15.
Objectivschlittenstück 16.
Objectivwechsler von Zeiss 15.
Objecttisch, beweglicher 9.
— drehbarer 10.
Oculare, gewöhnliche 29.
Oculareinrichtung nach Neuhauss 30.
Oeffnungswinkel des Beleuchtungssystems 165.
Opake Objecte, Orientirung derselben 106.
Orthochromatische Bromsilbergelatine-Platten 226.
— Collodion-Platten 265.
— Platten, Entwickeln derselben 253.
— — Fixiren derselben 253.
— — Vorsichtsmassregeln bei Verwendung derselben 207.
Oxalatentwickler für Bromsilbergelatine-Platten 239.
— für Edwar s'sche Platten 302.

Petroleumlicht 149.
Phosphor als Einschlussmittel 205.
Physiograph 69.
Platindruck 288.
— mittels Entwicklung 292.
Platinpapier, direct copirendes, ohne Entwicklung 288.
Plattenkästchen 225.
Polarisirtes Licht, Aufnahme bei solchem 197.
Porzellankanne zum Giessen der Emulsion 224.
Präcisionsbrenner von Siemens 149.
Präparate, mikroskopische, wünschenswerthe Eigenschaften derselben 202.
Pressbausch 269.
Prismen für monochrome Beleuchtung 83.
Projections-Apparat mit Ligroingas-Glühlicht 318.
— — von Plössl 317.
— -Oculare 32.

Putzrahmen 257.
Pyro-Entwickler für Edwards'sche Platten 299.
Pyrogallus-Soda-Entwickler, alkalischer 243.

Quecksilberverstärkung mit Ammoniakschwärzung 251.
— mit Natriumsulfitschwärzung 250.
— mit Schwefelammonschwärzung 251.

Reinigung der Glasplatten für Collodionnegative 256.
Reinigunslösung für Eastman-Papier 285.
Retorte, eiserne 137.
Retouchiren von Negativen 266.

Sauerstoffgas, seine Bereitung 136.
Satiniren der Albuminbilder 277.
Schablonen 271.
Schärfe des in die Objectebene projicirten Sonnenbildchens 169.
Scheibenverschluss, rotirender 112.
Sensibilisiren der Platten 258.
Sensitometer von Warnerke 216.
Skioptikon für Ligroingas-Glühlicht 317.
— für Magnesiumlicht von Ney 317.
— mit Petroleumbeleuchtung 315.
Sonnenlicht 114.
Spectroskopisch zerlegtes Licht, Aufnahme bei solchem 199.
Spiegel, Lieberkühn'scher 85.
Spiegeltafel, nivellirte, zum Auflegen der gegossenen Platten 224.
Spritzflasche zur Emulsionsbereitung 218.
Stativ, mikrophotographisches 6.
— seine Umlegbarkeit 15.
Stereoskopische Aufnahmen mikroskopischer Objecte 183.

Tageslicht, diffuses 129.
Tassen 239, 260.
Tinction der Präparate 203.
Tischchen zur Aufstellung von Culturschalen 110.
Tisch zum Entwickeln 213.
Tonen der Albuminbilder 273.
Trockenkasten für Platinpapier 290.
Tropfflaschen 241.
Tubusschlittenstück 15.
Tubus des Mikroskopes 8.

Verbesserung von Negativen mit speciellen Fehlern 252.
Verbindung, lichtdichte, von Camera und Mikroskop 35, 68.
Verfahren mit Chlorsilbercollodion-Papier 280.
Vergrösserungs- und Verkleinerungs-Tabelle 300.
Vergrössorung, deren Messung 208.
— auf Bromsilbergelatine-Papier 321.
Vergrösserungsapparat (s. Skioptikon).
— ohne Condensorlinsen 321.
Verpackung der Platten 225.
Verstärken der Collodion-Platten nach dem Fixiren 265.
— der Collodion-Platten vor dem Fixiren 263.
Vorstärkung der Bromsilbergelatine-Negative 250.
Vervielfältigungsmethoden für Illustrationszwecke 323.
Vervielfältigung durch Autotypie 325.
— durch Copiren auf Chlorsilber-Albuminpapier 323.
— durch Leimtypie 325.
— durch Lichtdruck 323.
— durch Xylographie 326.
Visirscheibe 36.
— Beweglichkeit derselben 188.
Vorbereitungen zur Aufnahme 159.
Vortheile der Mikrophotographie 2.
Vorpräparation der Bromsilbergelatine-Platten 223.
— der Glasplatten für Collodionnegative 256.

Waschen der Albuminbilder 274.
— der fixirten Platten 249.
Wasserbad zur Emulsionsbereitung 219.
Weigert'scho Färbung 204.
Wippe von Benecke 185.
Wulfische Flasche 137.

Zerkleinern der Emulsion 220.
Zerschneiden der Platten 226.
Zinnchlorür als Einschlussmittel 205.

Zirkonlicht 135.
Zirkonplättchen 144.
Zusammenstellung des Instrumentariums bei Benützung der verschiedenen Lichtquellen 173.
— — bei schiefer Beleuchtung 175.
— — für elektrisches Bogenlicht (direct) 174.
— — für kräftiges, künstliches Licht (direct) 173.
Zusammenstellung des Instrumentariums für kräftiges künstliches Licht (indirect) 176.
— — für schwächere, aber ruhig brennende Lichtquellen 177.
— — für Sonnenlicht (direct) 173.
— — für Sonnenlicht (indirect) 176.
— — für Zirkon- oder Kalklicht (direct) 174.

# Anhang.

## Verzeichniss der zum photographischen Arbeiten allernothwendigsten Geräthe (excl. Chemikalien).

### A) Zur Herstellung von Bromsilbergelatine-Negativen.

1. Dunkelkammerlaterne (Fig. 124—127).
2. Bromsilbergelatine-Platten von dem betreffenden Formate; gewöhnliche und orthochromatische.
3. Plattenkästchen (Fig. 142—143), für das betreffende Format.
4. Tasse zum Entwickeln aus Papiermaché, Porzellan oder Glas. Letztere lassen sich am vollkommensten rein halten, sind aber am gebrechlichsten, dennoch möchte ich sie am meisten empfehlen.
5. Ein Carton zum Bedecken der Tasse während des Entwickelns.
6. Messcylinder (100 ccm in 100 Theile getheilt).
7. 2 Tropfflaschen à 30 g Inhalt (Fig. 144—145).
8. Gefäss zum Waschen der Platten (Fig. 148).
9. Trockenständer zum Aufstellen der Platten (Fig. 139).
10. Tasse zum Fixiren, oder Cüvette mit Eintauchhaken (Fig. 146—147).
11. Breiter weichhaariger Abstaubpinsel zum Abstauben der Platten vor dem Einlegen in die Cassette.
12. Vorrathsgefäss für Wasser eventuell das unter B als No. 6 angeführte.
13. Grösseres Glas- oder Steingutgefäss zur Aufnahme des Spülwassers etc.
14. Waage mit Gewichten (100 g Einsatz).
15. Ein Filtrirgestell.
16. 1—2 Glastrichter, mehrere Bechergläser, Glas- (Rühr) Stäbe und Filtrirstutzen.
17. Ein Buch weisses Filtrirpapier.
18. Diverse Glasflaschen mit gut eingeriebenen Stöpseln zum Aufbewahren der einzelnen Lösungen resp. Präparate.

### B) Zur Herstellung von Collodion-Negativen.

1. Diverse fehlerfreie Glasplatten (Spiegelglas) von betreffendem Plattenformat.
2. Putzrahmen oder Putzbrett (Fig. 149—150).
3. Waschlederläppchen zum Putzen der Platten.
4. Cüvette für das Silberbad (Fig. 153) sammt Eintauchhaken (Fig. 154) oder anstatt dessen eine Glas-Tasse (Fig. 155).
5. Aufgiessglas für den Entwickler (Fig. 156—157).
6. Wassergefässe mit Schlauch zum Abspülen der Platten (Fig. 159).

Hierzu noch die unter A) angeführten Objecte: No. 1, (3), 6, 9, 11 und 13—18.

### C) Zur Herstellung von Albuminbildern.

1. $^1/_4$ Buch haltbar gesilberten Albuminpapiores.
2. Blechbüchse zum Aufbewahren des käuflichen, haltbar gesilberten Papieres (Fig. 162).
3. Copirrahmen (Fig. 163—166) mit fehlerfreier Spiegeltafel und Einlage aus schwarzem Tuch; Pressbausch aus ziemlich vielen Lagen reinen Fliesspapieres.
4. Schablonen oder Masken aus schwarzem Papier.
5. Tasso zum Wässern der Bilder vor dem Tonen; möglichst grosse, gut lackirte Blechtassen sind hiezu geeignet (eventuell können vorher sehr gut gereinigte Porcellan-Waschbecken verwendet werden.
6. Messcylinder (10 ccm in 100 Theile getheilt).
7. Glastasse für das Goldbad, ausschliesslich für dieses zu gebrauchen.
8. Tasse zum Wässern der Bilder nach dem Tonen (siehe 5).
9. Tasse zum Fixiren (eventuell dieselbe wie No. 10 sub A).
10. Photographische Cartons (5fach—6fach) von entsprechendem Format.
11. Glasschablonen von entsprechendem Format zum Beschneiden der Bilder.
12. In Holz gefasster mittelgrosser Borstenpinsel zum Aufstreichen des Kleisters.
13. Amerikanische Holzklammern (Fig. 169—171).

Hierzu noch eine Mensur (Masscylinder) 100 ccm in 100 Th. wie No. 6 sub A und Löschpapier (Filtrirpapier) wie No. 17 sub A.

### D) Zur Herstellung von Platindrucken.

1. Käufliches, fertig präparirtes Platinpapier, entweder direct copirendes, oder Entwicklungspapier.
2. Chlorcalciumbüchse zum Aufbewahren des Platin-Papieres (Fig. 178—179).
3. Copirrahmen, welcher anstatt des schwarzen Tuches (s. No. 2 sub C) eine Einlage von Kautschukstoff besitzt; Pressbausch aus Löschpapier.
4. Emaillirte Eisentasse zum Entwickeln (für Entwicklungspapier).
5. Weingeist-Lampe zum Erwärmen des Entwicklers (für Entwicklungspapier).
6. Glastasse für das Säure-Bad.

Ausserdem sind noch nöthig die unter C angeführten Nummern 4, 6, 8 (Tasse zum Wässern der Bilder nach dem Säure-Bad), 10, 11, 12 und 13.

# Erklärung der Tafeln.

## Tafel I.

Fig. 1. *Miliolina pulchella d'Orbigny.* Photographirt bei diffusem Tageslicht unter Verwendung der auf Seite 50 in Fig. 23—24 abgebildeten Camera und unter Zuhilfenahme des auf Seite 106 unter M. angeführten Apparates. Vergr. 30 Die Originalaufnahme wurde bei ca. 15facher Vergrösserung hergestellt und diese wurde erst weiter vergrössert.

Fig. 2. *Pleurosigma angulatum.* Photographirt bei Magnesiumlicht mit Zeiss' Apochromat-Immersion (1,30 Apert.; 2 mm Brennweite) und Projections-Ocular 2 ohne Anwendung eines Lichtfilters. Beleuchtung mittels Abbé'schem Beleuchtungsapparat. Das hier abgebildete Stück ist der mittlere Theil einer auf einer Platte 13 × 18 cm gemachten, fast durchwegs gleich scharfen Aufnahme. Die Oeffnung der Condensor-Blende betrug hierbei ca. $^3/_4$ cm. Vergr. 1000.

Fig. 3 und 4. *Mikroorganismen*, photographirt auf Perutz'sche Eosinsilberplatten unter Anwendung eines verdünnten (1 : 1) Zettnow'schen Lichtfilters in 1 cm dicker Schicht. Beleuchtung mittels Zirkonlicht unter Verwendung von Sammellinse und Abbé'schem Beleuchtungsapparat. Präparate von Herrn Dr. L. Adametz, Docent an der Hochschule für Bodencultur in Wien. In Fig. 3 wurde beim Einstellen die grösste Schärfe in die Mitte der Platte verlegt, in Fig. 4 hingegen wurde (vergl. das Capitel über Einstellen) die grösste Schärfe etwas mehr gegen aussen gerückt, so dass eine, um ein etwas unscharfes Centrum gelagerte, ringförmige Zone die grösste Schärfe besitzt. Objectiv und Ocular wie bei 2. Vergr. 900.

Fig. 5. *Querschnitt durch einen Theil des Stammes von Mercurialis annua L.* Photographirt mit System Zeiss a ohne Ocularbenützung bei Gaslicht (Argandbrenner) ohne Verwendung einer Sammellinse, oder eines Condensors. (Das hier dargestellte Stück ist nur ein Theil der den ganzen Stammquerschnitt umfassenden Aufnahme.) Vergr. 25.

Fig. 6. *Dünnschliff eines Plagioklas mit Verwerfungen der Zwillingslamellen aus dem Granit vom Rabanicapass.* Die Aufnahme wurde an der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie bei Verwendung polarisirten Lichtes hergestellt (als Illustration für eine Akademie-Abhandlung des Herrn A. Rosiwal über die von Herrn Prof. Toula im centralen Balkan gesammelten Gesteine). Die Matrize wurde mir durch die Güte des Herrn Professor Dr. Toula zur Verfügung gestellt. Vergr. 50.

## Tafel II.

Fig. 1. *Plattencultur einer in verdorbener Milch vorkommenden Oidium-Art.* Aufnahme mittels Objectiv 1 von Merker & Ebeling in Wien; ohne Ocularbenützung. Beleuchtung durch den convergenten Theil eines von einer Sammellinse entworfenen Lichtkegels; Gaslicht (Argandbrenner). (Anordnung *e* auf Seite 179.) Da die Cultur in einer Schale angestellt war, wurde der auf Seite 109 in Fig. 73 dargestellte Hilfsapparat verwendet; der Theil *e* der Brücke wurde zwischen Tubusträger und Objecttisch durchgeführt und die Träger *m* derart placirt, dass die Schale *g* dicht an den Objecttisch zu liegen kam. Durch Drehen der Schale *g*, Höher- und Tieferstellen der Träger *s* und Drehen der Tischchen *a* wurde die passende Stelle ins Gesichtsfeld gebracht. Präparat von Herrn Dr. L. Adametz, Docent an der Hochschule für Bodencultur in Wien. Vergr. 30.

Fig. 2. *Amphipleura pellucida.* Aufnahme bei Zirkonlicht hergestellt. Beleuchtung schief. Sammellinse; Abbé'scher Beleuchtungsapparat mit mondförmig ausgeschnittener Blende (s. Seite 175, Fig. 108); ohne Lichtfilter. Apochromat-Immersion von C. Zeiss (2 mm Brennweite; 1,30 Apert.). Project.-Ocular 2. Präparat von Herrn A. Amrhein. Vergr. 1200.

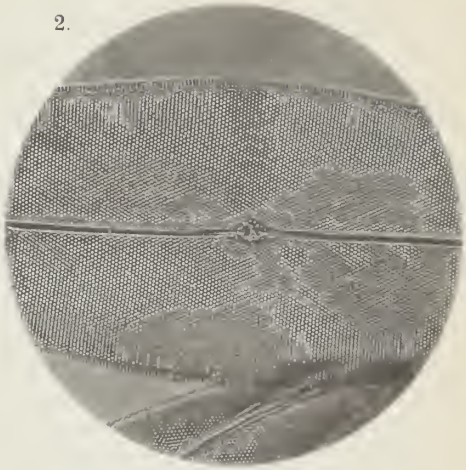
Fig. 3. *Plumularia liechtensternii Markt.* Aufnahme bei Zirkonlicht, Präparat im convergenten Theil des Lichtkegels des Condensorlinsensystems der Schmidt & Haensch'schen Zirkonlichtlampe (s. Seite 147, Fig. 96 u. 97) eingeschaltet. Als Objectiv diente die schwächste der drei Objectivlinsen eines Zeiss'schen Präparir-Systemes, welche zu diesem Behufe an ein passendes, zu diesem Zwecke eigens angefertigtes Objectiv-Trichterstück aufgeschraubt und mittels desselben anstatt eines anderen Objectives am Tubus befestigt wurde. Aufnahme ohne Ocularbenützung. Kupferoxydammoniak-Lichtfilter. Vergr. 35.

Sämmtliche Aufnahmen wurden auf nicht abziehbaren Platten hergestellt und erst von der Lichtdruck-Anstalt (M. Jaffé, Währing bei Wien, Theresienstrasse) auf solche Platten umcopirt.

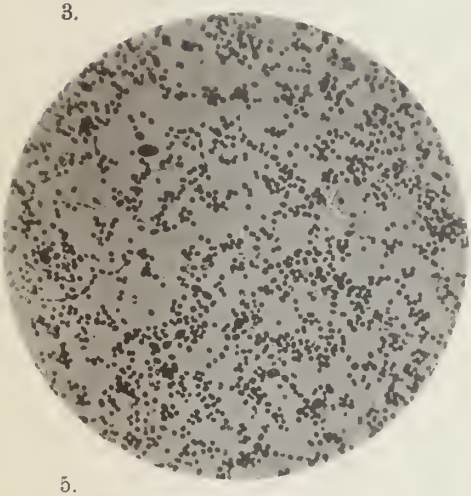
# Tafel I.

1.

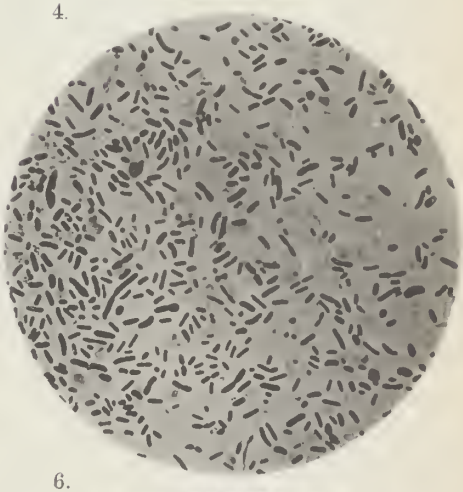
2.



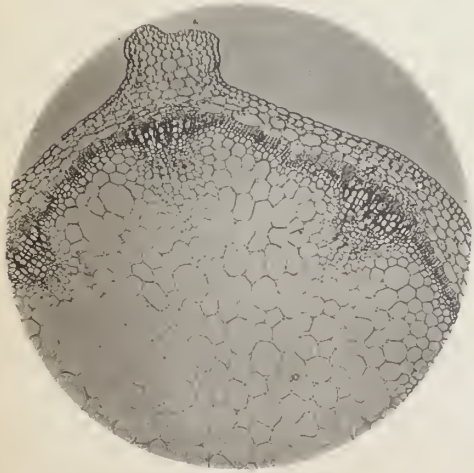
3.



4.



5.

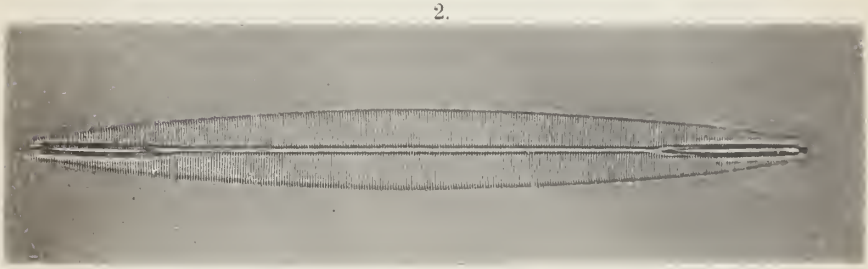


6.

# Tafel II.

1.

2.



3.

Special
85-B
4581

THE GETTY CENT
LIBRARY